

1. Ambito de aplicación

Obtención, mediante reconocimientos, de las características del terreno necesarias para el uso de las NTE de Cimentaciones.

La presente NTE no es de aplicación en los casos siguientes:

- En terrenos que sean susceptibles de deslizamientos o en los que haya precedentes de la existencia de galerías u oquedades subterráneas de origen natural o artificial.
- En terrenos en los que el edificio a cimentar sea de tipo industrial.

El reconocimiento del terreno comprende en la presente NTE, campaña de reconocimiento e informe geotécnico.

2. Información previa

Del terreno a reconocer

Plano acotado del terreno con curvas de nivel y situación prevista del edificio con indicación de su perímetro y área.

Usos del terreno, obras anteriores y posibles modificaciones sufridas en el perfil del mismo.

Situación y disposición de redes subterráneas como de abastecimiento, sanitarias, drenajes.

Del edificio a cimentar

Secciones del edificio con indicación de las cotas de los niveles de la superficie del terreno.

Morfología y tipo de estructura.

Planta acotada de los apoyos del edificio con indicación de las cargas a transmitir a la cimentación.

Tipo de cimentación previsto y/o planta de cimentación prevista y su profundidad.

General de la zona

Datos disponibles de:

La existencia de roca o estratos resistentes en el terreno utilizados normalmente en la zona como firme para cimentar.

Capas freáticas.

La existencia de terrenos expansivos y/o agresivos.

Precedentes de grandes irregularidades en el terreno como fallas, corrimientos o estratos erráticos.

De los terrenos colindantes

Datos disponibles de:

Estratigrafía y niveles freáticos.

Expansividad y/o agresividad.

Características mecánicas, utilizadas en el cálculo de las cimentaciones próximas.

De las edificaciones situadas a menos de 50 m

Número de plantas incluidos sótanos.

Morfología y tipo de estructura.

Desnivel entre el edificio proyectado y los circundantes, existencia de estructuras de contención.

Plano acotado de cimentación, con indicación de cotas de profundidad.

Cargas transmitidas al terreno por las cimentaciones.

Comportamiento de las edificaciones en función de los movimientos del terreno.

3. Criterio de diseño

Campaña de reconocimiento

Se consideran las siguientes campañas de reconocimiento:

- CEG-1 Campaña de categoría I
- CEG-2 Campaña de categoría II
- CEG-3 Campaña de categoría III
- CEG-4 Campaña de categoría IV

Cada campaña de reconocimiento se define en esta NTE mediante:

- Número de puntos a reconocer.
- Profundidad a alcanzar en cada punto.
- Situación de los puntos en la superficie del terreno.
- Técnicas de reconocimiento a emplear.
- Número y tipo de muestras a extraer.
- Ensayos a realizar in situ y en laboratorio.

El número, la profundidad y la situación de los puntos del reconocimiento se determinan en la especificación de Diseño correspondiente a cada campaña. Las técnicas, número y tipo de muestras y ensayos a realizar se determinan en la especificación de Construcción correspondiente a cada campaña.

Edificio a cimentar

Tipo de edificio

Corresponderá a uno de los tipos de edificio M, N o Q, determinados en el siguiente cuadro en función del tipo de estructura, de la modulación media entre apoyos y del número de plantas, incluidos sótanos.

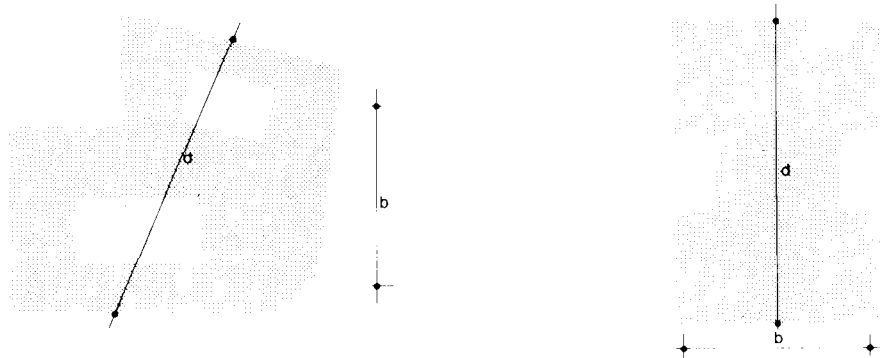
Tipo de estructura	Modulación media entre apoyos, en m	Número de plantas incluidos sótanos		
		< 3	3 a 10	> 10
Porticada de acero	< 7	M	N	Q
Porticada de hormigón	≥ 7	N	Q	Q
Fábricas				
Prefabricada	< 7	M	Q	Q
Colgada	≥ 7	N	Q	Q
Otras estructuras				

Tipo de edificio

Cuando el edificio a cimentar conste de diversas zonas, separadas por juntas estructurales, se considerará cada zona como un edificio independiente.

Dimensión menor en planta, b

La dimensión menor en planta b, se determinará con el cociente entre el área en m² de la superficie de terreno a ocupar por el edificio y la mayor distancia d en m entre los puntos medios de cerramientos opuestos.



Plantas

Especificación

CEG-1 Campaña de categoría I -n·p

Aplicación

Comprobación de las características del terreno, supuestas iguales a las de terrenos colindantes edificados.

Será de aplicación cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- No existen en los terrenos colindantes grandes irregularidades como fallas o estratos erráticos.
- Existen edificaciones situadas a menos de 50 m del terreno a edificar y no presentan anomalías como grietas o desplomes originados por movimientos en el terreno.
- El tipo de edificio a cimentar es el mismo que el de las edificaciones situadas a menos de 50 m.
- El número de plantas del edificio a cimentar, incluidos sótanos, la modulación media entre apoyos y las cargas en éstos son iguales o inferiores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 50 m.
- Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 50 m y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial, excepto losa.
- La cimentación prevista para el edificio no profundiza respecto de las contiguas en más de 1,50 m.

La campaña queda definida por:

Número de puntos a reconocer n

Se determina en el siguiente cuadro en función del tipo de edificio y del área de la superficie a ocupar por éste.

Tipo de edificio	Número de puntos a reconocer n
M	1 cada 800 m ²
N	1 cada 450 m ²
Q	1 cada 200 m ²

n, será no menor de 2

Profundidad a alcanzar en cada punto p

Se determina con $p = f + z$, siendo:

f Profundidad en m del plano de apoyo de la cimentación prevista.

z Igual a 1,5 B, siendo B el ancho en m de la zapata mayor de la cimentación prevista.

Situación de los puntos en la superficie del terreno

Se distribuirán uniformemente en la superficie del terreno y al menos el 70 % dentro de la superficie a ocupar por el edificio.

Especificación

CEG-2 Campaña de categoría II -n·p

Aplicación

Será de aplicación cuando no haya precedentes en la zona de la existencia de grandes irregularidades como fallas, o estratos erráticos y se cumpla alguno de los siguientes puntos:

- No existen edificaciones situadas a menos de 50 m del terreno a edificar, o existen, pero presentan anomalías como grietas o desplomes originados por movimientos en el terreno.
- El tipo de edificio a cimentar es diferente que el de las edificaciones situadas a menos de 50 m.
- El número de plantas del edificio a cimentar, incluidos sótanos, o la modulación media entre apoyos o las cargas en éstos, son mayores que las correspondientes a las edificaciones situadas a menos de 50 m.
- Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 50 m son por losa o pilotes.
- Las cimentaciones de los edificios situados a menos de 50 m y la prevista para el edificio a cimentar son de tipo superficial, excepto losa, y ésta última profundiza respecto de las próximas en más de 1,50 m.

La campaña queda definida por:

Número de puntos a reconocer n

Se tomará $n = 2$

Profundidad a alcanzar en cada punto p

Se determina con $p = f + z$, siendo:

f Cota en m, medida desde la superficie del terreno hasta el nivel más bajo del edificio a cimentar.

z Profundidad en m, determinada en el siguiente cuadro en función del tipo de edificio y de q , siendo q la relación entre la suma en toneladas, del peso propio, cargas permanentes y sobrecargas del edificio a cimentar, y el área en m^2 a ocupar por éste.

Tipo de edificio	q en $t m^2$	z en m
M	< 10	b
N	< 10	b
Q	≤ 10	b
	> 10	$1,5 b$

Siendo b la dimensión menor en planta del edificio en m.

En el caso de ser conocida la existencia de roca o un estrato resistente y que normalmente se utiliza como plano de apoyo de cimentación en la zona, se tomará para p la profundidad de dicho estrato.

Situación de los puntos en la superficie del terreno

Se dispondrán dentro de la superficie a ocupar por el edificio.

Se realizará en continuidad con esta campaña de categoría II, una campaña de categoría III, excepto en los siguientes casos:

Cuando el área a ocupar por el edificio a cimentar sea menor que el área determinada en el siguiente cuadro en función del tipo de edificio.

Tipo de edificio	Área a ocupar por el edificio en m^2
M	400
N	225
Q	100

- Cuando cumpliéndose el caso anterior, la consistencia o compacidad del terreno obtenidas como resultados de esta campaña, indique que no son terrenos de consistencia media, blanda o muy blanda, o de compacidad suelta o muy suelta.

CEG-3 Campaña de categoría III -n·p

Ampliación del reconocimiento realizado en la campaña de categoría II en cualquiera de los siguientes casos:

- Cuando la consistencia o compacidad del terreno, obtenidas como resultados de la campaña de categoría II, indique que son terrenos de consistencia media, blanda o muy blanda, o de compacidad suelta o muy suelta.

- Cuando el área a ocupar por el edificio a cimentar sea mayor que el área determinada en el siguiente cuadro en función de tipo del edificio.

Tipo de edificio	Área a ocupar por el edificio en m^2
M	400
N	225
Q	100

La campaña queda definida por:

Número de puntos a reconocer n

Se determina restando al número de puntos que se obtiene en el siguiente cuadro los 2 puntos efectuados en la campaña de categoría II. El número de puntos es función del tipo de edificio y del área en m^2 a ocupar por el mismo. Cuando el terreno de cimentación sea roca sana y se encuentre al descubierto, en parte o en la totalidad de la superficie a ocupar por el edificio, no se computará el área rocosa para la determinación de n .

Tipo de edificio	Número de puntos a reconocer n
M	1 cada 400 m^2
N	1 cada 225 m^2
Q	1 cada 100 m^2

Cuando la consistencia o compacidad del terreno, obtenidas como resultados de la campaña de categoría II, indique que son terrenos de consistencia media, blanda o muy blanda, o de compacidad suelta o muy suelta, el número de puntos n de esta campaña de categoría III, será no menor de 2.

Profundidad a alcanzar en cada punto p

Se determinará con $p = f + z$, siendo:

- f Profundidad en m de la cimentación probable, estimada a partir de los resultados y análisis de la campaña de categoría II.
- z Profundidad en m, determinada en el siguiente cuadro en función del tipo de cimentación probable.

Tipo de cimentación	Profundidad z en m
Zapatas aisladas o corridas	$\frac{q \cdot b}{10}$ en el 25 % de los puntos y $0,6 \sqrt{T}$ en el resto
Losa	$\frac{q \cdot b}{10}$ en todos los puntos
Pilotes	$0,4 \sqrt{T}$ en todos los puntos

Siendo:

q La relación entre la suma en toneladas, del peso propio, cargas permanentes y sobrecargas del edificio a cimentar, y el área en m^2 a ocupar por éste.

b Dimensión menor en planta del edificio en m.

T Suma en toneladas, del peso propio, cargas permanentes y sobrecargas, del apoyo más cargado.

En el caso de ser conocida la existencia de roca o un estrato resistente y que normalmente se utiliza como plano de apoyo de cimentación en la zona, se tomará para p la profundidad de dicho estrato.

Cuando por los resultados de la campaña de categoría II, se observe que disminuye la resistencia y o aumenta la deformabilidad con la profundidad, se tomará para z el valor correspondiente al caso de losa.

z Será no menor que el valor que se establece en el siguiente cuadro en función del tipo de edificio.

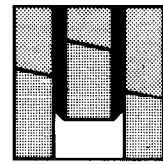
Tipo del edificio	Profundidad z mínima en m
M	3
N	6
Q	6

Situación de los puntos en la superficie del terreno

Se distribuirán uniformemente en la superficie del terreno y al menos el 70 % dentro de la superficie a ocupar por el edificio.

Se tendrá en cuenta la posición y los resultados de los dos puntos reconocidos en la campaña de categoría II.

Se realizará a continuación de esta campaña de categoría III una campaña de categoría IV, cuando por los resultados de la misma quede evidente una gran irregularidad en el terreno.



CEG-4 Campaña de categoría IV -n·p

Será de aplicación cuando haya precedentes en la zona de la existencia de grandes irregularidades bajo el plano de apoyo probable de la cimentación, o cuando realizadas las campañas de categoría II y III queden evidentes dichas irregularidades.

La campaña queda definida por:

Número de puntos a reconocer **n**

Uno por apoyo de la estructura o uno cada 6 m en el caso de muros de carga. Este número podrá reducirse durante la realización de la campaña, cuando entre puntos contiguos se observe cierta homogeneidad o pueda establecerse correlación entre los tipos y propiedades de los terrenos reconocidos.

Profundidad a alcanzar en cada punto **p**

Se determina con $p = f + z$, siendo:

f Cota en m, medida desde la superficie del terreno hasta el nivel más bajo del edificio a cimentar.

z Igual a $\frac{q \cdot b}{10}$ en m

Siendo

q La relación entre la suma en toneladas, del peso propio, cargas permanentes y sobrecargas del edificio a cimentar, y el área en m² a ocupar por éste.

b Dimensión menor en planta del edificio en m.

Situación de los puntos en la superficie del terreno

Se distribuirán en la superficie del terreno, teniendo en cuenta la posición y los resultados de los puntos reconocidos en las campañas de categoría II y III.

En el caso de extrema irregularidad, se corresponderán con los apoyos de la estructura o con los ejes en el caso de muros de carga.

4. Planos de obra

CEG-Plantas

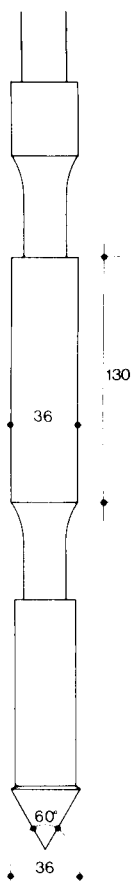
Sobre el plano topográfico del terreno que incluirá la posición del edificio, se situarán los n puntos a reconocer, numerándose e indicando su cota topográfica y la profundidad p a alcanzar. Se acompañará la especificación correspondiente a la campaña a realizar, expresando el valor dado a sus parámetros.

Escala

1:500

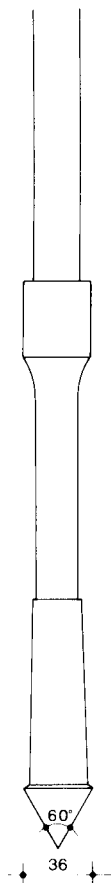
1. Condiciones generales de las técnicas de reconocimiento, muestras y ensayos

Técnicas de reconocimiento



Alzados

Penetrómetro estático



cotas en mm

La situación en la superficie del terreno de los n puntos a reconocer, determinada en Diseño, se hará en relación a un sistema de referencia perfectamente definido. Se marcarán sobre el terreno con un error menor que $L/100$, siendo L la distancia entre dos puntos, y se numerarán.

Se anotará la cota de boca de los puntos con respecto al sistema de referencia anterior, con error menor a ± 10 cm.

Pozo o calicata

Diámetro o dimensión mínima: 750 mm.
Profundidad recomendable: hasta 10 m.

Ejecución

La excavación se hará mecánica o manualmente, adoptándose en la ejecución las precauciones necesarias para evitar el desprendimiento de paredes, entibando si es preciso. En cualquier caso deberá realizarse de forma que pueda hacerse accesible en la zona de interés la estratigrafía completa del terreno, y en su caso la ejecución de ensayos "in situ".

Se protegerá la excavación de las aguas de escorrentía, cubriéndolas durante las interrupciones de los trabajos.

Efectuado el examen del terreno y la toma de muestras, la excavación se rellenará apisonándose para conseguir la compacidad original.

Anotaciones de campo

Número, situación, cota de origen de excavación y profundidad del pozo o calicata.

Fecha de comienzo y fin del pozo o calicata.

Método o métodos de excavación, con indicación de sus zonas de utilización. Dimensiones del pozo o calicata.

Niveles a los que se han tomado muestras y tipo de éstas.

Corte estratigráfico, con denominación y representación simbólica de la naturaleza de los suelos atravesados y la inclinación o irregularidades de los estratos.

Posición del nivel o de los niveles de agua.

Indicación de los niveles a los cuales se hayan realizado ensayos in situ.

Sondeo penetrométrico estático

Las características principales del penetrómetro a utilizar en la presente NTE se indican en el siguiente cuadro:

Características del penetrómetro	Con manguito	Sin manguito
Diámetro de la punta en mm	36	36
Angulo de la punta	60°	60°
Longitud del manguito en mm	130	—

Profundidad recomendable: hasta 20 m.

Ejecución

Se comprobará al introducir el varillaje su perfecto acoplamiento.

Anotaciones de campo

Número, situación, cota de origen de perforación y profundidad del sondeo.

Características del aparato de medida.

Tipo y diámetro de la punta, del vástago y del varillaje.

Velocidades de hincada utilizadas.

Se harán lecturas de resistencia a la penetración y de rozamiento lateral al menos cada 25 cm de profundidad.

En terrenos blandos, muy blandos, sueltos o muy sueltos se indicará para cada profundidad la presión sobre la punta originada por el peso propio del varillaje.

Sondeo penetrométrico dinámico

Las características principales del penetrómetro a utilizar con la presente NTE se indican en el siguiente cuadro:

Características del penetrómetro	Sección circular	Sección cuadrada
Diámetro de la punta en mm	40	40
Angulo de la punta	90°	90°
Longitud del vástago en mm	40	200

Profundidad recomendable: hasta 20 m

Ejecución

Se comprobará al introducir el varillaje su perfecto acoplamiento.

Anotaciones de campo

Número, situación, cota de origen de perforación y profundidad del sondeo.

Peso y altura de caída de la maza.

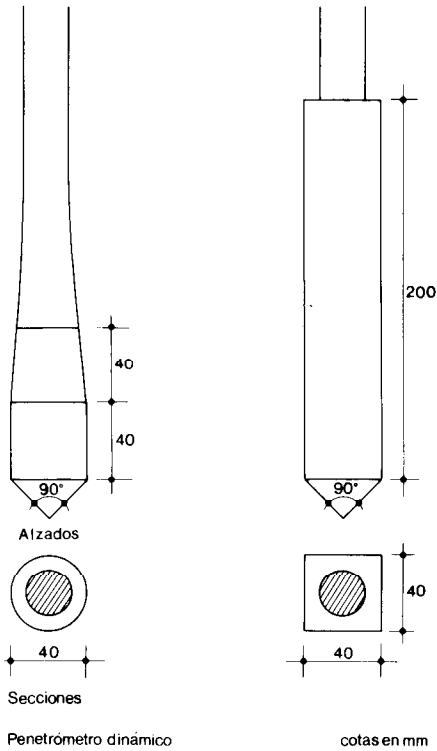
Tipo y diámetro de la punta y del varillaje.

Hora de comienzo y fin del sondeo

Peso total del penetrómetro en función del varillaje utilizado hasta la profundidad alcanzada.

Anotaciones del número de golpes de maza necesarios para obtener penetraciones parciales sucesivas. Modificaciones eventuales de penetración que se produzcan durante la hincada.

Indicación de que el sondeo se ha efectuado con o sin entubación.



Sondeos manual y mecánico

Diámetro o dimensión mínima: 75 mm.

Profundidad recomendable: hasta 10 m en sondeo manual, y sin limitación en sondeo mecánico.

Ejecución

Se tomarán las precauciones necesarias a medida que avanza la perforación para evitar el hundimiento o desprendimiento del terreno.

En terrenos sifonables, en especial los arenosos, debe añadirse agua al sondeo durante todas las operaciones para evitar el sifonamiento.

Antes de proceder a la toma de muestras o a la ejecución de cualquier ensayo en el interior del sondeo se limpiará el fondo del mismo.

El terreno extraído durante el sondeo se conservará guardando la posición relativa que tenía y se indicará entre las cotas de profundidad que se ha extraído para la posterior comprobación del corte estratigráfico.

Una vez efectuado el reconocimiento se taponarán en la mayor profundidad posible todas y cada una de las perforaciones efectuadas.

Anotaciones de campo

Número, posición, cota de origen de perforación y profundidad del sondeo. Inclinación del sondeo respecto a la vertical.

Fecha de comienzo y fin de sondeo.

Método o métodos de perforación, con indicación de las zonas de utilización.

Tipo y diámetro de coronas y útiles de perforación.

Tipo o tipos de tomamuestras.

Descripción de los terrenos atravesados en el sondeo.

Variaciones en la resistencia del terreno a la penetración.

Altura de las oquedades que se localicen.

Observaciones acerca de la posición del nivel o de los niveles de agua y los eventuales fenómenos de sifonamiento.

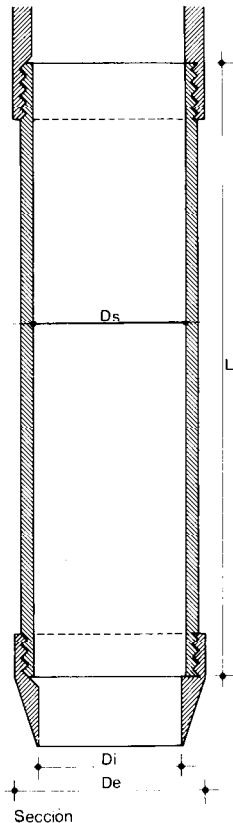
Pérdida de agua de aportación.

Niveles a los que se han tomado muestras y tipo de éstas.

Porcentaje de recuperación de testigo.

Indicación de los niveles en los que se hayan realizado ensayos in situ.

Muestras



Tipos

Se consideran los tipos que se indican en el siguiente cuadro, en función de las exigencias respecto al terreno que representan.

Tipo de muestra	Exigencias respecto al terreno que representan
I	Mantendrá inalteradas las propiedades mecánicas del terreno en su estado natural
II	Mantendrá inalteradas la densidad y humedad del terreno en su estado natural
III	Mantendrá inalterada la humedad del terreno en su estado natural
IV	Mantendrá inalterada únicamente la naturaleza del terreno

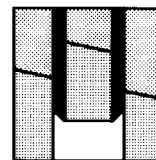
Utillaje

Los dispositivos para la toma de las muestras responderán a las características indicadas en el siguiente cuadro:

Características del tomamuestras		Pared gruesa	Pared delgada
Relación de áreas	$R = \frac{De^2 - Di^2}{Di^2} \cdot 100$	$R < 25$	$R < 10$
Despeje interior	$D = \frac{Di - Ds}{Ds} \cdot 100$	$D < 3$	$D < 1$
Espesor de zapata	$E = \frac{De - Di}{2}$	$E < 10 \text{ mm}$	$E < 2 \text{ mm}$
Longitud de tomamuestras	L	$L > 500 \text{ mm}$	$L > 500 \text{ mm}$

Obtención

Se determina a continuación en función de la técnica de reconocimiento empleada en la campaña.



Pozo o calicata

Se limpiará el fondo y las paredes de la excavación inmediatamente antes de la toma, hasta que quede al descubierto el terreno en su estado natural.

- Muestras I y II. Se tallará un bloque del fondo o de las paredes de la excavación de dimensiones mínimas 200-200-200 mm.
- Muestras III y IV. Se tomará la cantidad de 1 kg aproximadamente cuando las partículas de terreno sean inferiores a 11 mm. En el resto de los casos la cantidad será la suficiente para que la muestra sea representativa.

Sondeo manual y mecánico

Se hará una limpieza de las paredes y fondo del sondeo, tomándose la muestra a partir del mismo.

Si el sondeo se realiza con entubación se limpiará igualmente el fondo del sondeo, tomándose la muestra a un nivel inferior a la base de entubación.

- Muestras I y II. La toma de la muestra se hará sin interrupción, siendo la penetración total del tomamuestras no superior a la longitud interior libre del mismo.

Si la toma se ejecuta bajo el agua se evitará el sifonamiento.

- Muestra III. Se recogerá del centro del testigo representativo del terreno que se atraviesa. Una vez extraído, de forma inmediata, se adoptarán las precauciones necesarias para que la muestra mantenga la humedad natural.

- Muestra IV. Se tomará a partir de los testigos extraídos durante el avance del sondeo tomándose las precauciones necesarias para mantener la naturaleza del terreno.

Conservación

Cada muestra irá acompañada de una copia del parte de extracción.

- Muestras I y II. Las talladas en bloque se recubrirán inmediatamente después de extraídas con varias capas de malla selladas con parafina u otro material de sellado, colocándose posteriormente en cajones protegidos con materiales amortiguadores.

Las obtenidas en tomamuestras, inmediatamente después de extraídas, se limpiarán sus extremos hasta dejar al descubierto el terreno en su estado natural, sellándose con varias capas de parafina, colocándose después tapones en sus extremos. Se señalará sobre la envoltura de la muestra las caras superior e inferior de la misma referidas a su posición en el terreno.

Las muestras se enviarán al laboratorio a ser posible en un plazo máximo de 48 horas, durante este tiempo no se expondrán al sol y se protegerán de las temperaturas extremas.

- Muestra III. Inmediatamente después de recogidas se envasarán en recipientes impermeables con cierre hermético sin dejar cámara de aire, y se enviarán al laboratorio a ser posible en un plazo máximo de 48 horas.

- Muestra IV. Se recogerán en envolturas que garanticen la conservación de la naturaleza del terreno.

Ensayos

Determinaciones in situ

Se realizarán de acuerdo con las Normas UNE que se indican:

Ensayos	Normas UNE
Normal de penetración	UNE 7308-74
Carga con placa	UNE 7391-75

Determinaciones de laboratorio

Se realizarán de acuerdo con las Normas UNE que se indican:

Ensayos	Normas UNE
Granulométrico por tamizado	UNE 7376-75
Límites de Atterberg	UNE 7377-75, 7378-75
Hinchamiento Lambe	UNE 7403-76
Contenido en sulfatos	UNE 7370-75
Humedad	UNE 7328-75
Densidad	UNE 7045-75
Compresión simple	UNE 7402-76
Edométrico	UNE 7392-75

2. Especificaciones

CEG-1 Campaña de categoría I -n-p

Técnicas de reconocimiento a emplear

Se han determinado en Diseño el número de puntos a reconocer, n, la profundidad a alcanzar en cada punto, p, y la situación de los puntos en la superficie del terreno.

Cuando la técnica de reconocimiento a emplear sea pozo o calicata, no se harán coincidir los puntos de la campaña con los apoyos de la estructura.

En el caso de ser conocida la existencia de roca, utilizada como plano de apoyo de las cimentaciones próximas, se profundizará hasta descubrirla, aunque se amplíe la profundidad p.

Se podrán utilizar:

Pozo o calicata

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- No exista peligrosidad en la excavación por causas como desprendimientos o filtraciones de líquidos y gases.

- Pueda alcanzarse y reconocerse en su estado natural el terreno hasta la profundidad p. Cuando el nivel freático esté por encima de dicha profundidad, se comprobará que el terreno se mantiene en su estado natural.

Sondeo manual

Cuando se cumpla alguno de los siguientes puntos:

- Las cimentaciones de los edificios próximos se apoyan sobre roca, conociéndose que la zona superficial de la misma no está meteorizada, y pueda llegarse hasta la profundidad p.

- Siempre que el terreno no sea de bolos, gravas, arenas limpias, arenas bajo el nivel freático y contenidas en la capa freática, y pueda llegarse hasta la profundidad p.

Sondeo penetrométrico estático

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- Existan datos suficientes, en los estudios realizados para las cimentaciones de edificios próximos, que establezcan una correlación entre los diferentes estratos del terreno y su resistencia penetrométrica y se compruebe, al realizar los primeros sondeos, la continuidad en la estratigrafía.

- Siempre que los estratos de terreno a travesar no contengan bolos o gravas con tamaño superior a 11 mm y pueda llegarse hasta la profundidad p.

Sondeo penetrométrico dinámico

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- Se tenga conocimiento cierto de la continuidad de los estratos en cuanto a su naturaleza y estado natural.

- Existan datos suficientes, en los estudios realizados para las cimentaciones de edificios próximos, que establezcan una correlación entre los diferentes estratos del terreno y su resistencia penetrométrica, y se compruebe, al realizar los primeros sondeos, la continuidad en la estratigrafía.

- Pueda llegarse hasta la profundidad p.

Sondeo mecánico

En cualquier caso.

Cuando el plano de apoyo de la cimentación prevista no sea roca sana, se tomará en cada punto una muestra tipo IV por estrato, o al menos una cada 2 m, hasta el plano de apoyo de la cimentación prevista, y a partir de éste una muestra tipo III cada metro, hasta alcanzar la profundidad p, tomándose la primera muestra en el propio plano de la cimentación.

Cuando no sea posible obtener muestra tipo III, se sustituirá por un ensayo in situ.

Determinaciones in situ

Se realizarán cuando no haya sido posible obtener muestras tipo III o cuando se haya utilizado la técnica de reconocimiento de sondeo penetrométrico estático o dinámico.

La determinación in situ a realizar se indica en el siguiente cuadro en función de la técnica de reconocimiento empleada.

Técnica de reconocimiento	Determinación in situ
Pozo o calicata	Penetrómetro estático o dinámico Carga con placa para edificios tipo N o Q
Sondeo mecánico	Penetrómetro estático o dinámico, o Normal de penetración (SPT)

Determinaciones de laboratorio

Se realizarán sobre las muestras extraídas. Las determinaciones a realizar y el mínimo de muestras a ensayar se indican en el siguiente cuadro:

Determinaciones de laboratorio	Mínimo de muestras a ensayar
Granulométrico por tamizado	75 %
Límites de Atterberg	75 %
Hinchamiento Lambe	Cada muestra cuyo índice de fluidez sea < 0,3
Contenido en sulfatos	El 20 %. Se ampliará al 100 % si se conoce la existencia de sulfatos en la zona
Humedad	El 100 % de las muestras extraídas en el plano de apoyo de cimientos y bajo el mismo
Índice de fluidez	El 75 % de las muestras extraídas en el plano de apoyo de cimientos y bajo el mismo

Número y tipo de muestras a extraer

Ensayos a realizar in situ y en laboratorio

CEG-2 Campaña de categoría II -n-p

Técnicas de reconocimiento a emplear

Número y tipo de muestras a extraer

Ensayos a realizar in situ y en laboratorio

Se han determinado en Diseño el número de puntos a reconocer, n, la profundidad a alcanzar en cada punto, p, y la situación de los puntos en la superficie del terreno.

Cuando la técnica de reconocimiento a emplear sea pozo o calicata, no se harán coincidir los puntos de la campaña con los apoyos de la estructura.

En el caso de ser conocida la existencia de roca o un estrato resistente, y que normalmente se utiliza como plano de apoyo de cimentación en la zona, se profundizará hasta descubrirlo, aunque se amplíe la profundidad p.

Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p, se deberá penetrar en la misma no menos de 2 m.

Se podrán utilizar:

Pozo o calicata

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- No exista peligrosidad en la excavación por causas como desprendimientos o filtraciones de líquidos y gases.

- Pueda alcanzarse y reconocerse en su estado natural el terreno hasta la profundidad p. Cuando el nivel freático esté por encima de dicha profundidad, se comprobará que el terreno se mantiene en su estado natural.

Sondeo mecánico

En cualquier caso.

Se tomará en cada punto siempre que sea posible, una muestra tipo II por estrato, o al menos una cada 2 m, hasta alcanzar la profundidad p.

Si el terreno que se excava o atraviesa son arcillas contenidas en la capa freática, se obtendrán exclusivamente muestras tipo I. Cuando se prevea en la zona que el terreno es expansivo, se tomará en cada punto una muestra tipo II por estrato, o al menos una cada metro, hasta una profundidad de 5 m por debajo de la cota prevista para la superficie del terreno que rodee al edificio. La primera muestra se extraerá a 0,50 m de la superficie.

Si el terreno que se excava o atraviesa está formado por bolos o gravas de tamaño superior a 11 mm, se tomarán muestras tipo IV y se determinará el espesor del estrato.

Si el terreno que se excava o atraviesa está formado por bolos o gravas de tamaño inferior a 11 mm, arenas limpias, arenas bajo el nivel freático y contenidas en la capa freática, se realizará un ensayo in situ, obteniéndose muestras tipo III o en su defecto tipo IV.

Determinaciones in situ

Se realizarán cuando el terreno que se excava o atraviesa esté formado por bolos o gravas de tamaño inferior a 11 mm, arenas limpias, arenas bajo el nivel freático y contenidas en la capa freática.

La determinación in situ a realizar será el Normal de penetración, cuando la técnica de reconocimiento empleada sea el sondeo mecánico.

Determinaciones de laboratorio

Se realizarán sobre las muestras extraídas. Las determinaciones a realizar y el mínimo de muestras a ensayar se indican en el siguiente cuadro.

Determinaciones de laboratorio	Mínimo de muestras a ensayar
Granulométrico por tamizado	75 %
Límites de Atterberg	75 %
Hinchamiento Lambe	Cada muestra cuyo índice de fluidez sea $< 0,3$
Contenido en sulfatos	El 20 %. Se ampliará al 100 % si se conoce la existencia de sulfatos en la zona
Humedad	100 %
Densidad	100 %
Índice de fluidez	75 %
Compresión simple	100 %
Edométrico	Cada muestra tipo I

CEG-3 Campaña de categoría III -n-p

Se han determinado en Diseño el número de puntos a reconocer, n, la profundidad a alcanzar en cada punto, p, y la situación de los puntos en la superficie del terreno.

Cuando la técnica de reconocimiento a emplear sea pozo o calicata, no se harán coincidir los puntos de la campaña con los apoyos de la estructura.

En el caso de ser conocida la existencia de roca o un estrato resistente, y que normalmente se utiliza como plano de apoyo de cimentación en la zona, se profundizará hasta descubrirlo, aunque se amplíe la profundidad p.

Si se encontrase roca antes de alcanzar la profundidad p, se deberá penetrar en la misma no menos de 2 m.

Técnicas de reconocimiento a emplear

Se podrán utilizar:

Pozo o calicata

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- No exista peligrosidad en la excavación por causas como desprendimientos o filtraciones de líquidos y gases.
- Pueda alcanzarse y reconocerse en su estado natural el terreno hasta la profundidad p. Cuando el nivel freático esté por encima de dicha profundidad, se comprobará que el terreno se mantiene en su estado natural.

Sondeo manual

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- Se prevea cimentación profunda sobre roca y no existan problemas de rozamiento negativo ni de empuje lateral.
- El terreno a atravesar no es de bolos, gravas, arenas limpias, arenas bajo el nivel freático y contenidas en la capa freática y pueda llegarse hasta la profundidad p.

Sondeo penetrométrico estático

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- El terreno a atravesar no contiene bolos o gravas con tamaño superior a 11 mm y pueda llegarse hasta la profundidad p.
- Que se realicen al menos dos sondeos penetrométricos estáticos a una distancia aproximada de 1 m, de otros dos sondeos mecánicos, que permitan establecer una correlación entre los diferentes estratos del terreno y su resistencia penetrométrica, o bien datos de otro tipo que permitan esta correlación.

Sondeo penetrométrico dinámico

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- Se tenga conocimiento cierto de la continuidad en los estratos, en cuanto a su naturaleza y estado natural.
- Que se realicen al menos dos sondeos penetrométricos dinámicos a una distancia aproximada de 1 m, de otros dos sondeos mecánicos, que permitan establecer una correlación entre los diferentes estratos del terreno y su resistencia penetrométrica.
- Pueda llegarse hasta la profundidad p.

Sondeo mecánico

En cualquier caso.

Se tomará en cada punto siempre que sea posible, una muestra tipo II por estrato, o al menos una cada 2 m, hasta alcanzar la profundidad p.

Si el terreno que se excava o atraviesa por debajo del plano de apoyo de la cimentación probable, son arcillas de consistencia media, blanda o muy blanda se obtendrán exclusivamente muestras tipo I.

Cuando el terreno sea expansivo, se tomará en cada punto una muestra tipo III por estrato, o al menos una cada metro, hasta una profundidad de 5 m por debajo de la cota prevista para la superficie del terreno que rodee al edificio. La primera muestra se extraerá a 0,50 m de la superficie.

Si el terreno que se excava o atraviesa está formado por bolos o gravas de tamaño superior a 11 mm, se tomarán muestras tipo IV y se determinará el espesor del estrato.

Si el terreno que se excava o atraviesa está formado por bolos o gravas de tamaño inferior a 11 mm, arenas limpias, arenas bajo el nivel freático y contenidas en la capa freática, se realizará un ensayo in situ, obteniéndose muestras tipo III o en su defecto tipo IV.

Número y tipo de muestras a extraer

Ensayos a realizar in situ y en laboratorio

Determinaciones in situ

Se realizarán cuando no haya sido posible obtener muestras tipo I o II o cuando se haya utilizado la técnica de reconocimiento del sondeo penetrométrico estático o dinámico.

La determinación in situ a realizar se indica en el siguiente cuadro en función de la técnica de reconocimiento empleada.

Técnica de reconocimiento	Determinación in situ
Pozo o calicata	Penetrómetro estático o dinámico. Carga con placa para edificios tipo N o Q, realizándose un ensayo por cada tres plantas, con un mínimo de dos, y a la cota prevista para el plano de apoyo de cimientos.
Sondeo mecánico	Penetrómetro estático o Normal de penetración (SPT), y Penetrómetro dinámico para la determinación del espesor de estratos

Determinaciones de laboratorio

Se realizarán sobre las muestras extraídas. Las determinaciones a realizar y el mínimo de muestras a ensayar se indican en el siguiente cuadro.

Determinaciones de laboratorio	Mínimo de muestras a ensayar
Granulométrico por tamizado	75 %
Límites de Atterberg	75 %
Hinchamiento Lambe	Cada muestra cuyo índice de fluidez sea < 0,3
Contenido en sulfatos	El 100 % de las muestras extraídas, hasta 2 m, por debajo del plano de apoyo de la cimentación probable
Humedad	100 %
Densidad	100 %
Índice de fluidez	75 %
Compresión simple	100 %
Edométrico	Cada muestra tipo I

CEG-4 Campaña de categoría IV -n-p

Técnicas de reconocimiento a emplear

Número y tipo de muestras a extraer

Ensayos a realizar in situ y en laboratorio

Se han determinado en Diseño el número de puntos a reconocer, n, la profundidad a alcanzar en cada punto, p, y la situación de los puntos en la superficie del terreno.

Se utilizarán:

Sondeo mecánico.

En cualquier caso, en los n puntos a reconocer.

Podrá ser sustituido, en no más del 50 % de los puntos, por sondeos penetrométricos.

Sondeo penetrométrico estático o dinámico

Cuando se cumplan simultáneamente los siguientes puntos:

- Pueda llegarse hasta la profundidad p.

- Que se realicen al menos dos sondeos penetrométricos a una distancia aproximada de 1 m, de otros dos sondeos mecánicos que permitan establecer una correlación entre los diferentes estratos del terreno y su resistencia penetrométrica.

Pozo o calicata.

En casos especiales y como comprobación o complemento de las técnicas anteriores. No se hará coincidir con los apoyos de la estructura.

Se tomará en cada punto siempre que sea posible, una muestra tipo II por estrato, o al menos una cada 2 m, hasta alcanzar la profundidad p.

Si el terreno que se excava o atraviesa son arcillas contenidas en la capa freática, se obtendrán exclusivamente muestras tipo I. Cuando se prevea en la zona que el terreno es expansivo, se tomará en cada punto una muestra tipo II por estrato, o al menos una cada metro, hasta una profundidad de 5 m por debajo de la cota prevista para la superficie del terreno que rodee al edificio. La primera muestra se extraerá a 0,50 m de la superficie.

Si el terreno que se excava o atraviesa está formado por bolos o gravas de tamaño superior a 11 mm, se tomarán muestras tipo IV y se determinará el espesor del estrato.

Si el terreno que se excava o atraviesa está formado por bolos o gravas de tamaño inferior a 11 mm, arenas limpias, arenas bajo el nivel freático y contenidas en la capa freática, se realizará un ensayo in situ, obteniéndose muestras tipo III o en su defecto tipo IV.

Determinaciones in situ

Se realizarán cuando no haya sido posible obtener muestras tipo I o II o cuando se haya utilizado la técnica de reconocimiento del sondeo penetrométrico estático o dinámico.

La determinación in situ a realizar se indica en el siguiente cuadro en función de la técnica de reconocimiento empleada.

Técnica de reconocimiento	Determinación in situ
Sondeo mecánico	Penetrómetro estático o Normal de penetración (SPT), y Penetrómetro dinámico para la determinación del espesor de estratos
Pozo o calicata	Carga con placa para edificios tipo N o Q, realizándose un ensayo por cada tres plantas, con un mínimo de dos y a la cota prevista para el plano de apoyo de cimentaciones

Determinaciones de laboratorio

Se realizarán sobre las muestras extraídas. Las determinaciones a realizar y el mínimo de muestras a ensayar se indican en el siguiente cuadro.

Determinaciones de laboratorio	Mínimo de muestras a ensayar
Granulométrico por tamizado	75 %
Límites de Atterberg	75 %
Hinchamiento Lambe	Cada muestra cuyo índice de fluidez sea $< 0,3$
Contenido en sulfatos	El 100 % de las muestras extraídas, hasta 2 m, por debajo del plano de apoyo de la cimentación probable
Humedad	100 %
Densidad	100 %
Índice de fluidez	75 %
Compresión simple	100 %
Edométrico	Cada muestra tipo I

3. Informe geotécnico

Relación de resultados

Planos

Comprenderá, a efectos de esta NTE, la relación de resultados y la interpretación de resultados.

Plano acotado del terreno con situación respecto al sistema de referencia de los n puntos reconocidos en la campaña. En cada punto se indicará la cota de boca, la profundidad alcanzada y las técnicas utilizadas. Las técnicas se representarán con los siguientes símbolos:

Pozo o calicata	□
Sondeo manual	Ⓜ
Sondeo penetrométrico estático	⊕
Sondeo penetrométrico dinámico	⊕
Sondeo mecánico	○

Corte estratigráfico por punto

Irá acompañado de las anotaciones de campo recogidas durante la campaña, con situación de las capas freáticas, y en él se dará a conocer la naturaleza, estado natural y características mecánicas del terreno, según las técnicas y ensayos realizados en la campaña. Se determinará:

Naturaleza y estado natural del terreno

Clasificación del suelo, según Casagrande, incluyendo símbolo del grupo al que pertenezca y su nombre típico, así como angulosidad de los granos, nombre local y geológico y cualquier otra información descriptiva pertinente.

Tantos por ciento en gravas, arenas y finos (limos y arcillas), denominándose:

Denominación	Tamaño de las partículas en mm
Bolos	> 63
Gravas gruesas	20 a 63
Gravas medias	6 a 20
Gravas finas	2 a 6
Arenas gruesas	0,6 a 2
Arenas medias	0,2 a 0,6
Arenas finas	0,08 a 0,2
Limos y arcillas	< 0,08

Límite líquido y plástico y tipo de suelo, según el gráfico de plasticidad de Casagrande, de la porción de terreno cuyo tamaño de grano o partícula sea inferior a 0,4 mm, expresando los parámetros en % de contenido en agua.

Índice de fluidez determinado con la expresión:

$$I_F = \frac{\% \text{ Humedad natural} - \% \text{ Límite plástico}}{\% \text{ Límite líquido} - \% \text{ Límite plástico}}$$

Índice de expansividad expresado en kg/cm² con su correspondiente cambio potencial de volumen, calificándolo como no peligroso, marginal, peligroso o muy peligroso.

Índice de desecación determinado con la expresión:

$$I_d = \frac{\text{Humedad natural}}{\text{Límite plástico}}$$

Esta humedad natural será la deducida de una muestra de suelo extraída al final del verano.

Expansividad del terreno determinada mediante el siguiente cuadro:

Índice de fluidez	Índice de desecación	Cambio potencial de volumen	Expansividad del terreno
≥ 0,5	> 1	No peligroso	Despreciable
< 0,5	> 1	Marginal	Ligeramente expansivo
		Peligroso	Expansivo
	≤ 1	Muy peligroso	Muy expansivo

Contenido total de sulfatos en el terreno y en las aguas y fracción correspondiente al sulfato de magnesio.

Agresividad del terreno determinada mediante el siguiente cuadro:

Contenido de SO₃ en %

En las aguas	En el terreno	Agresividad
< 0,03	< 0,2	Débil
0,03 a 0,1	0,2 a 0,5	Fuerte
> 0,1	> 0,5	Muy fuerte

Humedad natural, expresada en % de agua referida al peso seco.

Densidad o peso específico aparente húmedo, expresado en t/m³.

Consistencia del terreno determinada mediante el siguiente cuadro:

Tensión de rotura a compresión simple en kg/cm ²	Consistencia del terreno
< 0,25	Muy blando
0,25 a 0,50	Blando
0,50 a 1	Medio
1 a 2	Firme
2 a 4	Muy firme
> 4	Duro

Compacidad del terreno determinada mediante alguno de los siguientes cuadros:

Número de golpes/avance 30 cm	Compacidad del terreno
< 3	Muy suelto
4 a 10	Suelto
10 a 30	Compacto
30 a 50	Denso
> 50	Muy denso

Resistencia de punta en kg/cm ²	Compacidad del terreno
< 20	Muy suelto
20 a 40	Suelto
40 a 120	Compacto
120 a 200	Denso
> 200	Muy denso

Características mecánicas del terreno en su estado natural

Tensión de rotura a compresión simple en kg/cm².

Numero de golpes según el ensayo normal de penetración.

Resistencia de punta según el ensayo penetrométrico estático en kg/cm².

Número de golpes según el ensayo penetrométrico dinámico.

Ensayos in situ

Irán acompañados de las anotaciones de campo recogidas durante la ejecución del ensayo. Se incluirán los partes de extracción de las muestras. Los resultados a detallar, según los ensayos realizados se indican a continuación:

Ensayos	Resultados
Normal de penetración	Número de golpes/avance 30 cm Referencia de las muestras enviadas a laboratorio
Carga con placa	Gráfico presión unitaria-asientos para las lecturas medias de todos los extensómetros Gráfico asiento-tiempo, para los escalones Presión máxima alcanzada y 100 % de la carga unitaria prevista para el edificio Referencia de las muestras enviadas a laboratorio
Penetrómetro estático	Gráfico de resistencia de punta-profundidad (25 cm) Gráfico de rozamiento lateral con manguito-profundidad Correlación con los sondeos mecánicos realizados
Penetrómetro dinámico	Gráfico de número de golpes cada 20 cm de profundidad Correlación con los sondeos mecánicos realizados.

Ensayos de laboratorio

Irán acompañados del parte de extracción de la muestra sobre la que se ha realizado cada ensayo. Los resultados a detallar, según los ensayos realizados, se indican a continuación:

Ensayos	Resultados
Granulométrico por tamizado	Curva granulométrica
Límites de Atterberg	Límite líquido Límite plástico Índice de plasticidad
Hinchamiento Lambe	Estado de la muestra Índice de expansividad en kg/cm^2 y cambio potencial de volumen
Contenido en sulfatos	Contenido total de sulfatos en el terreno y en las aguas, y fracción correspondiente al sulfato de magnesio
Humedad	Estado de la muestra Porcentaje de agua referido al peso seco
Densidad	Peso específico aparente húmedo y seco en t/m^3
Compresión simple	Tensión de rotura en kg/cm^2 Gráfico tensión-deformación o % de deformación en rotura Humedad de la probeta Peso específico aparente seco de la probeta
Edométrico	Estado de la muestra Humedad inicial Peso específico aparente húmedo inicial Peso específico real de las partículas sólidas Grado de saturación inicial en % Condiciones del ensayo (humedad natural o saturado, carga a la que se produce la inundación) Gráficos de las deformaciones en función de los logaritmos de los tiempos Gráfico de los índices de poros en función de los logaritmos de las presiones

Interpretación de resultados

Descripción de las diferentes capas que constituyen el terreno reconocido, estimando para cada una de ellas, la naturaleza, estado natural y características mecánicas, con expresión de los valores límites.