

CRITERIOS DE REVISIÓN DEL ICOG A LOS ESTUDIOS GEOTÉCNICOS DE EDIFICACIÓN.

Comité de Ingeniería Geológica del ICOG. Octubre 2.010.

Estos Criterios desarrollan las especificaciones del Código Técnico de la Edificación, CTE, Documento Básico SE-C, para su aplicación por las Secretarías Técnicas del ICOG, mediante la correspondiente lista de chequeo.

Define aspectos Obligatorios que debe contener el estudio geotécnico, así como metodologías necesarias para la obtención de datos, transparencia en la exposición, y trazabilidad de los reconocimientos y ensayos.

A- Datos de la edificación y periferia.

- Dimensiones (lado y ancho del edificio) y ubicación de la edificación en el solar. **OBLIGATORIO**
- Concreción del nº de plantas y sótanos. **OBLIGATORIO**
- Referencia a los bienes colindantes (edificios, viales, etc.) **si existen sótanos: OBLIGATORIO**
- Edificios colindantes y cotas de cimentación **RECOMENDABLE**
- Referencia preliminar a posibles riesgos geológicos que puedan afectar al solar o su entorno: **OBLIGATORIO.**

B- Definición del **tipo de construcción "C"**

- Se contabilizan los **semisótanos** como una planta.
- Se contabilizan los **bajocubierta** como una planta.
- La diferencia entre C-0 y C-1, es la **superficie construida (> o < 300 m²),** que es la **suma de todas las plantas.**
- **C-** Definición del **Grupo de terreno "T"**, en el caso de T3 detallar que tipo.

En función del tipo de terreno y cimentación se definen los siguientes grupos de terreno:

- T-1: Cimentación por zapatas.
- T-2: Cimentación mediante losa y/o cimentaciones semiprofundas y profundas (pozos, pilotes, micropilotes, pantallas,...).

- T-3: Casos que indica el CTE, siendo el nº de sondeos el mínimo referenciado por el tipo de edificación "C".

El tipo de terreno considerado en el dimensionado de la campaña de reconocimientos, así como la campaña realmente efectuada, será coherente con las recomendaciones que figuren en el informe referidas a la tipología de cimentación.

D - La programación de las **Prospecciones** del terreno:

- Será coherente con lo especificado en los anteriores apartados A, B y C.
- Deberá cumplir el **CTE (mínimo 3 puntos)**
- El % de **SUSTITUCIÓN, no se aplica sobre el número mínimo de sondeos establecido en la tabla 3.4.**
- El **nº mínimo de sondeos** establecido en el CTE **es OBLIGATORIO.**
- En las ocasiones en que existan dificultades de cumplimiento con el CTE, por reducidas dimensiones^(*) de la parcela, rehabilitaciones de edificaciones, difícil acceso, etc., la **JUSTIFICACIÓN** estará presente en la memoria y debe estar basada en datos que serán aportados. **Adjuntar documentación fotográfica**
- En estos casos el nº de puntos se considera que deben ser al menos 2, siendo el mínimo de sondeos que indica el CTE obligatorio e insustituible, a excepción de los tipos C2T2 o C3-C4/T1/T2 (en los cuales el nº mínimo de sondeos es 3) podrán ser de 2 sondeos.
- ^(*)reducidas dimensiones: <math> < 100\text{m}^2 </math>, reducción de puntos (min. 2) pero no de nº mín de sondeos.

La memoria del estudio geotécnico presentará una descripción inequívoca y transparente de la metodología de prospección utilizada, conforme a las tipologías recogidas en el anejo C del DB SE-C.

En los casos de **SUSTITUCIONES** de los tipos de prospecciones debido al terreno de estudio, por ejemplo: Gravas y bolos de diámetros superiores a 80 mm, en los que los Penetrómetros dan rechazos, los reconocimientos sustitutorios, pero no los sondeos mínimos, pueden ser a rotopercusión. Si se utiliza la Geofísica es necesario un patrón de referencia (sondeo de contraste). En todo momento, incluso en el caso de las Calicatas, es **OBLIGATORIA** la justificación de la sustitución en la Memoria.

- En el caso de realizar sondeos a rotoperCUSión, se deberá obtener, una muestra a rotación en testigo continuo cada 1.5 m, y hacer un seguimiento del ripio.

Podrán realizarse sondeos mediante avance con barrena helicoidal siempre que se garanticen los siguientes aspectos ¹:

- Los suelos reconocidos serán de tipo cohesivo y de consistencia **inferior** a dura.
- No serán admisibles en gravas gruesas o bolos, suelos cementados o rocas (a excepción de algunas rocas blandas).
- Para suelos exentos de cohesión o suelos coherentes de consistencia blanda (o menor) bajo el nivel freático, no será admisible el uso de barrena helicoidal maciza, siendo necesario el uso de un procedimiento que permita la entibación de la perforación (rotación con batería con ayuda de revestimiento temporal y/o barrena hueca).
- Salvo que se requiera una precisión mayor, se garantizará un reconocimiento **fehaciente** del terreno con una precisión mínima de +/- 0.5 m, para lo cual se obtendrán muestras que posibiliten una identificación **inequívoca** del suelo, cuyo espaciamiento (entre techo de una muestra y el techo de la siguiente) no será superior a 1.5 m. Dichas muestras podrán ser testigos obtenidos mediante perforación con batería, muestras inalteradas, o muestras obtenidas mediante la realización de ensayos "in situ" que conlleven la recuperación de material.
- El diámetro mínimo de las baterías utilizadas en la ejecución de sondeos en suelos (sea mediante rotación o hinca) será de 86 mm.² Podrá admitirse una reducción de diámetro en el caso de perforarse roca.
- Las muestras obtenidas en los sondeos se clasificarán según su categoría A, B o C, de acuerdo con las especificaciones del Eurocódigo EC-7.

En el caso de sondeos a percusión, la longitud máxima de cada maniobra para extraer el testigo, ha de ser inferior o igual a 150 cm. **OBLIGATORIO**.

- La perforación mediante tubos abiertos hincados directamente al terreno, en longitudes de maniobra superiores a 150 cm, no constituye un sondeo en el sentido descrito en el anejo C.2.5. Tampoco constituyen un penetrómetro aunque se contabilice el golpeo. **OBLIGATORIO**.

¹ Conforme a lo especificado en el punto 2.6 del anejo C del DB SE-C.

² Conforme a lo especificado en la tabla D.8 del DB SE-C.

- Si se hacen sondeos a percusión, que pueden estar indicados en suelos granulares gruesos, el diámetro del sondeo será al menos similar al tamaño de las gravas del terreno.

En base a las especificaciones del anejo C.2, la denominación de penetrometro o sondeo penetrométrico, no puede ser aceptada.

Existen diversas alternativas para el reconocimiento del terreno en el caso de un conjunto de edificios de una misma promoción:

- Programación para cada edificación **individualmente**. Si el edificio tiene menos de 300 m² construidos, se podría diseñar una campaña para un C-0 **por edificio**.
- Programación global para el **conjunto de edificios** de acuerdo con la superficie total de la urbanización. (Se recomiendan dos puntos de reconocimiento por edificio proyectado a construir)

Cuanto menos en el número y tipo de prospecciones mínimas conforme a la aplicación del DB SE-C, se deberá obtener información geotécnica por debajo de la cota de cimentación, como mínimo en lo que concierne a los materiales afectados por el bulbo de presiones o hasta donde el aumento neto de la tensión en el terreno bajo el peso del edificio sea igual o inferior al 10% de la tensión efectiva vertical existente en el terreno en esta cota antes de la construcción del edificio (excepto en el caso de cimentaciones por losa casi o totalmente compensada, en las que deberá profundizarse más). En el caso de encontrar una unidad geotécnica resistente, ésta debe ser inspeccionada como mínimo en una profundidad bajo cimentación de 2.0 m + 0.3 m por planta.

En el caso de Macizo Rocoso, y para edificios C0-C1, se podrán sustituir reconocimientos por **estaciones geomecánicas** realizadas en taludes y afloramientos, levantando **series estratigráficas** en las cuales quede perfectamente definido el macizo rocoso y como mínimo una profundidad de 2 m+ 0,3 m por planta bajo la cota de cimentación.

En estos casos los sondeos pueden ser sustituidos por las inspecciones mencionadas; estas deben quedar reflejadas en los planos de situación al igual que se debe presentar una ficha/acta/registro y reportaje fotográfico en los anexos.

Para edificios C2, C3 y C4, las estaciones geomecánicas pueden sustituir penetraciones dinámicas (que serían inviables en roca), pero no el número mínimo de sondeos definido en la tabla 3.4.

Las estaciones geomecánicas deberán contener datos de la naturaleza de la roca, especificando dirección y buzamiento de las capas y discontinuidades, su espaciado, continuidad, apertura, rugosidad, y relleno de diaclasas, así como propiedades físicas y mecánicas del macizo rocoso. Se acompañarán de proyecciones estereográficas y fotografías.

Si hay taludes o excavaciones próximas, o el terreno es T3 por la inclinación de la ladera, debe analizarse la posible inestabilidad del conjunto.

En el caso de macizos rocosos con cavidades naturales (carst, rocas solubles,...) que puedan afectar la cimentación, o con cavidades antrópicas de situación incierta, deberá acometerse el problema mediante exploraciones adicionales, y/o empleando técnicas geofísicas adecuadas que cubran todo el área del edificio.

E- ANÁLISIS Y ENSAYOS

Los ensayos y análisis se deben realizar **para cada unidad geotécnica** diferenciada. **RECOMENDABLE**

Deben efectuarse ensayos (in situ y de laboratorio) de identificación, estado y resistencia en las capas afectadas por excavaciones y cimentación. También de compresibilidad en las capas afectadas por la cimentación. **OBLIGATORIO.**

En la medida de lo posible se tenderá a realizar ensayos de resistencia y deformabilidad tipo triaxial sobre muestras de calidad. **RECOMENDABLE.**

La normativa de ensayos de laboratorio será al menos la expuesta en las tablas D.18 y D.19 del anejo D del DB SE-C, o más recientes.

El análisis de **Agresividad** se debe realizar aunque no se detecte la presencia de yesos, y en todos los niveles que tengan contacto con estructuras, por ejemplo en todos aquellos niveles que estén en contacto con los muros de sótano. **OBLIGATORIO.** (apdo. 3 del punto 3.3. del DB-SE C capítulo 3). En el caso de rocas, podrá obviarse el ensayo en aquellas que por su naturaleza, sea geológicamente claro que no contienen sulfatos (granito, basalto, etc). También deben analizarse los cloruros en sedimentos salinos.

El ensayo de **Agresividad** del agua subterránea debe realizarse cuando esté en contacto con la estructura, o a una distancia menor de 2.0 m, o a una distancia en que las posibles oscilaciones del freático puedan suponer un contacto agua-estructura. **OBLIGATORIO**

EXPANSIVIDAD. En materiales arcillosos no permanentemente saturados y situados dentro de la zona activa y afectados por la excavación o el bulbo de tensiones, que tengan límites de Atterberg medianamente elevados ($LL > 40$) se deberán realizar ensayos de expansividad (lambe o hinchamiento libre en edómetro, o determinación de la presión de hinchamiento ...), en la cuantía y tipo que la situación requiera. En general, si el lambe o hinchamiento libre dan positivo, debería analizarse la presión de hinchamiento en edómetro.

F- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

En edificios sin sótano es **RECOMENDABLE** aportar los parámetros geotécnicos del terreno, siendo **OBLIGATORIOS** para edificios con sótano.

- Los parámetros geotécnicos del punto anterior se refieren a la cohesión, ángulo de fricción y densidad aparente. También el módulo de deformación del terreno.
- También deben aportarse estos mismos parámetros, junto con su potencial característica de colapso, en las capas influenciadas por la cimentación.
- Deberá especificarse el nivel de confianza en dichos parámetros, especificando además su método de obtención.
- Debe especificarse si se trata de parámetros en tensiones efectivas o totales.

En zonas de elevado riesgo sísmico es **RECOMENDABLE** aportar los parámetros del terreno en condiciones dinámicas.

G- HIDROGEOLOGÍA

El estudio geotécnico debe precisar si se ha detectado nivel freático. En su caso, debe especificarse con claridad:

- Seguridad de que se trata realmente de un nivel freático y concretar y acotar su posición y de la posible zona freática. **OBLIGATORIO.**
- **Representación gráfica** del nivel freático **en los perfiles geotécnicos. OBLIGATORIO**
- Hacer constar en la Memoria si existe el riesgo de inundación en el vaciado del solar, asentamientos y daños en las edificaciones periféricas. Concretar las medidas constructivas más oportunas. **OBLIGATORIO.**
- En el caso de sótanos por debajo del nivel freático se deben indicar las subpresiones. **OBLIGATORIO.** En zonas de marea indicar su efecto en el freático.
- Valoración de las variaciones previsibles del nivel freático. (conforme al punto 3.3.8.k del DB SE-C). **OBLIGATORIO.**
- Se instalará piezómetro de control del nivel freático en al menos un sondeo, y se efectuará lectura del nivel pasados unos días de su colocación. **OBLIGATORIO.** La boca del piezómetro y su tramo superior se sellará adecuadamente para evitar la entrada de aguas de lluvia y/o superficiales. Se protegerá adecuadamente la cabeza del piezómetro.

- Si hay posibilidad de varios acuíferos, los piezómetros deberían aislar adecuadamente, con sellos de cemento o bentonita, los distintos tramos, para así poder comprobar la piezometría (y sobrepresiones), de cada tramo acuífero.
- En el caso de que el nivel freático esté por encima o a cota de **cimentación**, es **OBLIGATORIO** indicar la permeabilidad del terreno.
- Se especificará si durante la perforación de los sondeos, se han registrado pérdidas de agua en niveles determinados, o ascensos bruscos que puedan indicar condiciones de confinamiento.
- Si no se detecta el nivel freático habrá que indicarlo. **OBLIGATORIO.**

En edificios con sótanos situados bajo el nivel freático, deberá acotarse el problema, definir riesgos de sifonamiento y/o implosión de capas acuíferas cautivas profundas, y proponer una secuencia constructiva adecuada al caso.

En estos casos, el estudio geotécnico incluirá un estudio hidrogeológico del drenaje preciso, que en muchas ocasiones deberá abordarse mediante ensayos de bombeo. Dicho estudio deberá determinar entre otros, los valores de permeabilidad y transmisividad de los acuíferos involucrados. Si el estudio geotécnico no incluye dicho estudio hidrogeológico, se mencionará la necesidad de hacerlo en una fase posterior. **OBLIGATORIO.**

H- SÍSMICA (NSCE-02)

En municipios con $a_b < 0,08$ g, la NSCE no es de aplicación, **pero OBLIGATORIO** indicarlo.

En municipios con $a_b \geq 0,08$ g, la **NSCE-02 es de aplicación**, por lo que habrá que dar los parámetros del terreno: C, T.

El punto 4 de la página del SE-C 111 en la cual se indica que para los edificios C2 y C3 es obligatorio el ensayo de sismica, es posible que debiera decir para los edificios C3 y C4.

I- RIPABILIDAD

Es **OBLIGATORIO** indicar la excavabilidad del terreno, incluso cuando se trate de suelos y también en el caso de que no se ejecuten sótanos.

Habrá que indicar, en el caso de edificaciones con sótanos, los taludes provisionales, altura crítica y/o recomendación del procedimiento de excavación del sótano. **OBLIGATORIO**

J- CIMENTACIONES

El estudio geotécnico debe proponer al menos una tipología de cimentación aconsejable, especificando la cota de apoyo y el tipo de terreno.

En zapatas, pozos de cimentación y losas se especificará la tensión admisible, así como los factores de seguridad existentes frente a la carga de hundimiento.

Se determinarán los asentamientos previsible, especificando los asentamientos diferenciales y la previsible distorsión angular.

Los cálculos de carga admisible y asentamiento se justificarán adecuadamente, especificando el método.

En el caso de losas se aportará el valor del módulo de balasto.

En el caso de cimentaciones profundas, se determinará la fricción lateral unitaria y la resistencia por punta.

K- ANEJOS

Mapa Geológico, o preferible un esquema geológico-geotécnico del área periférica al solar edificable. En edificios C0/T1 y C1/T1, recomendable. En el resto de los casos, **OBLIGATORIO**.

Plano de Prospecciones, siempre con **escala gráfica** y optativamente **numérica**, en el que conste la situación de los perfiles geotécnicos. Orientar el plano. **OBLIGATORIO**

Perfiles geotécnicos:

Nº de Perfiles, mínimo de 2 en C0-C1, y mínimo de 3 para C2, C3 y C4. **OBLIGATORIO**.

- Fijar la **orientación** de los perfiles
- Acotaciones de **profundidades** (escala vertical).
- Representación de los niveles geotécnicos con sus límites reales (no geométricos).
- Representación gráfica del **nivel freático**.
- Delimitación de la zona freática.
- Representación gráfica de la **Cota de cimentación propuesta**.

Sería **RECOMENDABLE** para casos complejos, esquematizar el terreno en su conjunto en forma de Bloque diagrama (aproximado).

Actas de los sondeos, penetraciones, calicatas, estaciones geomecánicas, etc... incluyendo fecha de realización y DOCUMENTACIÓN FOTOGRÁFICA de las cajas, máquinas, muestras etc... OBLIGATORIO.

- Las cotas de embocadura de los reconocimientos: sondeos, penetraciones, catas, etc, se indicarán de forma clara y precisa, preferentemente en cotas absolutas, tanto en las actas como en el informe geotécnico. **OBLIGATORIO.**
- Cada sondeo se documentará pues fotográficamente, con las cajas de muestras, y también con la sonda en la ubicación del sondeo, de manera que además el cliente pueda reconocer la parcela de trabajo. **OBLIGATORIO.**
- Las actas o registros de los sondeos mecánicos y penetraciones presentarán una descripción inequívoca de la metodología de prospección utilizada, indicando el método de perforación, útil de avance, diámetro efectivo, tipos de muestras, etc., y referencia de la normativa de reconocimiento, conforme a las tipologías recogidas en el anejo C del DB SE-C. **OBLIGATORIO.**
- La empresa de perforación deberá ser un Laboratorio con Declaración Responsable ante la administración, en el campo de los sondeos geotécnicos y toma de muestras. **OBLIGATORIO.**

Partes de Laboratorio, en los que debe aparecer claramente la fecha de realización del ensayo. El laboratorio deberá disponer de Declaración Responsable de los ensayos efectuados. **OBLIGATORIO.**

- Se garantizará la trazabilidad de todos los ensayos geotécnicos, tanto in situ como de laboratorio. **OBLIGATORIO.**
- Las actas de los ensayos de Laboratorio deberán contener todos los cálculos y resultados parciales que conducen al resultado final (ver anexo 1). **OBLIGATORIO.** No se admitirán actas que sólo contengan el resultado final, excepto en algunos ensayos químicos. En cada ensayo debe indicarse la norma seguida.. **OBLIGATORIO.**

Los ensayos in situ, tipo SPT, penetrómetro dinámico, presiómetro, Vane Test en sondeo, CPT, CPTU, ensayos Lugeon y Léfranc, geofísica, etc, también garantizarán su trazabilidad. **OBLIGATORIO.** No se admitirá la mera presentación del resultado final. Estos ensayos también se documentarán fotográficamente (excepto SPT), con al menos una fotografía del aparato en el punto de sondeo, penetrómetro o cata, en la que además pueda reconocerse la parcela de trabajo. **OBLIGATORIO.**

El informe geotécnico, deberá indicar de manera precisa, la sistemática de testificación de los sondeos, diferenciando, **OBLIGATORIO:**

- Testificación por Geólogo/Ingeniero Geólogo permanente a pie de sondeo.

- Testificación por Geólogo/Ingeniero Geólogo discontinuamente en sondeo.
- Testificación por Geólogo/Ingeniero Geólogo con cajas en almacén.
- No se admitirán testificaciones que no sean efectuadas por geólogo, ingeniero geólogo u otro especialista cualificado (titulado superior) en geotecnia.
- La testificación será completa, indicando para cada capa: naturaleza y composición, fracciones secundarias y matriz, color, composición de los clastos o partículas, granulometría visual, humedad, consistencia, compacidad, datos de fábrica y textura, etc.
- No se admitirán descripciones simples tipo: arcilla marrón (excepto en casos de gran homogeneidad).

La testificación contenida en las actas de sondeo, será coherente con los resultados de laboratorio, debiendo efectuarse la oportuna corrección y adaptación.

Casos especiales, en los que se pueden sustituir una prueba por otra que queden claros, así como los estudios referentes a construcciones de escasa entidad (muros, piscinas, etc.) si deben o no cumplir el CTE.

- Se aclara que muros, piscinas, EDAR, silos de cereales y obras civiles no son de aplicación del CTE, excepto los edificios de oficinas que presenten estas instalaciones.
- Las rehabilitaciones y naves industriales si son de aplicación del CTE.

Estudios Previos de Edificación

En los informes o estudios previos de edificación deberán detallarse los trabajos o información que queda pendiente por aportar para cumplir con el CTE.

* * *

Cuando algún informe geotécnico incumpla alguno de los aspectos de estos Criterios de Revisión, se solicitará por escrito al autor, la subsanación correspondiente. Si la falta que no se pueda corregir es menor (pérdida de la foto de alguna caja de muestras o algún ensayo sin foto, por ejemplo), se podrá dar al informe el Sello Colegial.

Si las faltas no son menores y no se subsanan, **No se otorgará el Sello Colegial.** En el caso de detectarse falta de transparencia, intentos de engaño al cliente, incumplimiento del código deontológico, y en definitiva: **fraude geotécnico, podrá abrirse de oficio un expediente al geólogo en cuestión.**

ANEXO 1.

CONTENIDOS MÍNIMOS DE LAS ACTAS DE LOS PRINCIPALES ENSAYOS DE LABORATORIO

NOTA: Todos los valores de unidades expresados entre paréntesis indican el grado de apreciación mínimo que el equipo de medida debe proporcionar. Así, la indicación (0.1 g), expresa que la balanza debe tener una apreciación mínima de 1 décima de gramo.

Análisis granulométrico de suelos por tamizado. UNE 103101:1995

DATOS OBLIGATORIOS

- Peso muestra total seca (aproximación a 1 g)
- Peso muestra retenida en el tamiz 20 mm, lavada y seca (1 g)
- Peso muestra retenida entre los tamices 20 mm i 2 mm, lavada y seca (1 g)
- Fracción fina inferior a 2 mm, ensayada y seca (0.01 g)
- Luz de los tamices
- % Retenido en cada tamiz (individual y/o acumulado)
- % que pasa
- Gráfico semilogarítmico: tamaño partículas - %que pasa

Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación. Método del densímetro. UNE 103102:1995

DATOS OBLIGATORIOS

- Gráfico semilogarítmico: tamaño partículas - %que pasa (K)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Peso muestra total seca < 2 mm
- Densidad relativa de las partículas
- Tiempo de toma de lectura
- Temperatura en el momento de la toma de lectura
- R_h : valor de la densidad leído directamente en el densímetro
- C_m : corrección por menisco
- C_T : corrección por temperatura
- C_d : corrección por dispersante
- R : Lectura verdadera ($R = R_h + C_m + C_T + C_d$)
- H_r : profundidad efectiva
- D : diámetro equivalente
- K : porcentaje de partículas menores que D

Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande. UNE 103103:1994

DATOS OBLIGATORIOS

- Gráfico logarítmico: N° de golpes - Humedad (%)
- Valor del límite líquido (0.1)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Para cada punto realizado, cálculo desglosado de la humedad:
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)

Determinación del límite plástico de un suelo. UNE 103104:1993

DATOS OBLIGATORIOS

- Humedad (0.1%) de cada determinación
- Valor del límite plástico (0.1), expresado como la media de las humedades de las dos determinaciones

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Para cada determinación, cálculo desglosado de la humedad:
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)

Determinación de la humedad de un suelo mediante secado en estufa. UNE 103300:1993

DATOS OBLIGATORIOS

- Cálculo desglosado de la humedad:
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)

Determinación de la densidad de un suelo. Método de la balanza hidrostática. UNE 103301:1994

DATOS OBLIGATORIOS

- Masa húmeda de la muestra (0.1 g)
- Volumen de la muestra (0.1 cm³)
- Densidad húmeda (0.01 g/cm³)
- Humedad de la muestra (0.1%)
- Densidad seca (0.01 g/cm³)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Masa húmeda de la muestra recubierta de parafina (0.1 g)
- Masa sumergida de la muestra recubierta de parafina (0.1 g)
- Densidad de la parafina (0.01 g/cm³)
- Cálculo desglosado de la humedad:

T+S+A(0.01 g)

T+S (0.01 g)

T (0.01 g)

H (0.1%)

Determinación de la densidad relativa de las partículas de un suelo. UNE 103302:1994

DATOS OBLIGATORIOS

Para cada una de las 3 determinaciones realizadas:

- Masa del picnómetro enrasado con agua (0.001 g)
- Masa del picnómetro, sin cuello, seco (0.001 g)
- Masa del picnómetro, sin cuello, medio lleno de agua, con la muestra de suelo en el interior (0.001 g)
- Masa del picnómetro con la muestra de suelo en el interior, enrasado (0.001 g)
- Temperatura de realización del ensayo (si diferente a 20 °C)
- Coeficiente corrector de temperatura (si diferente a 20 °C)
- Densidad relativa de las partículas, como la media aritmética de las 3 determinaciones (0.001)

Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo. UNE 103400:1993

DATOS OBLIGATORIOS

- Lectura de pico de carga máxima
- Lectura de deformación en el pico de carga, absoluta (0.5 mm) o unitaria (0.1%)
- Tiempo de toma de lecturas (0.5 s)
- Área de la sección corregida en el pico de carga (0.01 mm)
- Tensión de pico (apreciación 5 kPa)
- Humedad de la muestra

- Densidad seca de la muestra
- Resistencia a la compresión simple (apreciación 5 kPa)
- Gráfico: Tensión – Deformación
- Esquema de rotura

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculo desglosado de la humedad:
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)
- Cálculo del volumen inicial de la muestra:
Altura (0.1 mm)
Diámetro o lados (0.1 mm)
Area (0.01 cm²)
Volumen (0.01 cm³)
- Cálculo de la densidad seca de la muestra (0.01 g/cm³)
- Velocidad de rotura (0.1 mm/min)

Determinación de los parámetros resistentes al esfuerzo cortante de una muestra de suelo en la caja de corte directo. UNE 103401:1998

DATOS OBLIGATORIOS

- Tipo de ensayo: UU, CU,CD
- Tipo de muestra: inalterada, remoldeada, vertida, ...
- Velocidad de corte (mm/min)
- Masa inicial de la pastilla de suelo (0.01g)
- Humedad inicial (0.1%)
- Humedad final (0.1%)
- Dimensiones caja de corte (0.1 mm)
- Volumen caja de corte (0.01 cm³)
- Densidad aparente inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad seca inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad relativa de las partículas (0.001)
- Índice de huecos inicial (0.01)
- Índice de huecos final (0.01)
- Saturación inicial (0.1%)
- Tensiones normales (1 kPa)
- Tensiones tangenciales máximas (1 kPa)
- Gráficos:
 - Tensiones tangenciales (1 kPa) – desplazamiento horizontal (1 mm)
 - Tensiones tangenciales máximas (1 kPa) – Tensiones normales (1 kPa)
- Cohesión (0.1 kPa) y ángulo de rozamiento interno (0.1 °)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculos desglosados de las humedades:

T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)

H (0.1%)

Determinación de los parámetros resistentes de una muestra de suelo en el equipo triaxial. UNE 103402:1998

DATOS OBLIGATORIOS

- Tipo de ensayo: UU, CU,CD
- Tipo de muestra: inalterada, remoldeada
- Velocidad de rotura (mm/min)
- Humedad inicial (0.1%)
- Densidad seca inicial (0.01 g/cm³)
- Humedad final (0.1%)
- Presiones de confinamiento (1 kPa)
- Gráficos:
 - Tensión desviadora - % deformación
 - Presión intersticial - % deformación (ensayo CU)
 - Cambio de volumen - % deformación (ensayo CD)
 - Tensión tangencial – Tensión normal
- Cohesión (0.1 kPa) y ángulo de rozamiento interno (0.1 °) (totales y/o efectivas, según tipo de ensayo)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Presión en cola (1 kPa)
- Cálculos desglosados de las humedades:

T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)

H (0.1%)

- Densidad húmeda inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad húmeda final (0.01 g/cm³)
- Densidad seca final (0.01 g/cm³)

Geotecnia. Ensayo de consolidación unidimensional en edómetro. UNE 103405:1994

DATOS OBLIGATORIOS

- Masa inicial de la pastilla de suelo (0.01g)
- Humedad inicial (0.1%)
- Densidad seca inicial (0.01 g/cm³)
- Índice de poros inicial (0.01)
- Saturación inicial (0.1%)

- Altura de los sólidos, para cada escalón de carga
- Índice de poros, para cada escalón de carga
- Gráficos:
 - Índice de poros – presiones normales
 - Deformación – tiempo

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Tipo de muestra: inalterada, remoldeada
- Cálculos desglosados de las humedades:

T+S+A	(0.01 g)	
T+S	(0.01 g)	
T	(0.01 g)	
		H (0.1%)

- Densidad húmeda inicial (0.01 g/cm³)
- Humedad final (0.1%)
- Densidad húmeda final (0.01 g/cm³)
- Densidad seca final (0.01 g/cm³)

Ensayo de colapso en suelos. NLT 254/99

DATOS OBLIGATORIOS

- Tipo de muestra: inalterada, remoldeada
- Masa inicial de la pastilla de suelo (0.01g)
- Humedad inicial (0.1%)
- Densidad seca inicial (0.01 g/cm³)
- Humedad final (0.1%)
- Densidad seca final (0.01 g/cm³)
- Dimensiones de la probeta (0.01 mm)
- Presión aplicada en el momento de inundar la probeta (kPa)
- Índice de colapso (0.01%)
- Potencial porcentual de colapso (0.01 %)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculos desglosados de las humedades:

T+S+A	(0.01 g)	
T+S	(0.01 g)	
T	(0.01 g)	
		H (0.1%)

- Densidad húmeda inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad húmeda final (0.01 g/cm³)
- Escalones de carga (kPa)
- Lecturas de la deformación vertical para cada escalón de carga (0.01 mm)

Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro. UNE 103601:1996

DATOS OBLIGATORIOS

- Masa inicial de la pastilla de suelo (0.01g)
- Humedad inicial (0.1%)
- Densidad seca inicial (0.01 g/cm³)
- Humedad final (0.1%)
- Hinchamiento libre (0.01%)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculos desglosados de las humedades:
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)
-
- Altura inicial de la pastilla de suelo (0.01 mm)
- Altura final de la pastilla de suelo (0.01 mm)
- Densidad húmeda inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad húmeda final (0.01 g/cm³)
- Gráfico: %hinchamiento – tiempo

Determinación de la expansividad de un suelo en el aparato Lambe. UNE 103600:1996

DATOS OBLIGATORIOS

- Índice de hinchamiento (1 MPa)
- Cambio potencial de volumen

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Dimensiones de la pastilla de suelo (0.01 mm)
- Cálculo de la humedad inicial (0.1%):
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)
- Densidad húmeda inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad seca inicial (0.01 g/cm³)
- Cálculo de la humedad final (0.1%):
T+S+A(0.01 g)
T+S (0.01 g)
T (0.01 g)
H (0.1%)

- Densidad húmeda inicial (0.01 g/cm³)
- Densidad seca final (0.01 g/cm³)
- Cálculo del Índice de hinchamiento

Geotecnia. Ensayo de Compactación. Proctor normal. UNE 103500:1994

Geotecnia. Ensayo de Compactación. Proctor modificado. UNE 103501:1994

DATOS OBLIGATORIOS

- Para cada determinación:
 - Humedad (0.1 %)
 - Densidad seca (0.01 g/cm³)
- Gráfico: humedad – densidad seca
- Humedad óptima (0.1%)
- Densidad máxima (0.01 g/cm³)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Volumen molde (1 cm³)
 - Peso molde (1 g)
 - Peso molde + muestra compactada (1 g)
 - Cálculos desglosados de las humedades:
- T+S+A(0.01 g)
 T+S (0.01 g)
 T (0.01 g)
- H (0.1%)

Determinación del contenido de carbonatos de los suelos. UNE 103200:1993

DATOS OBLIGATORIOS

- Contenido en carbonatos, CO₃ (0.01%)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculo desglosado del contenido en carbonatos

Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo. UNE 103201:1996

DATOS OBLIGATORIOS

- Contenido en sulfatos solubles, SO₃ (0.01%)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculo desglosado del contenido en sulfatos solubles

Determinación del contenido de materia orgánica de un suelo por el método del permanganato potásico. UNE 103204:1993

DATOS OBLIGATORIOS

- Contenido medio en materia orgánica (0.01%)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculo desglosado del contenido en materia orgánica de cada una de las dos submuestras analizadas.

Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 1: Resistencia a la compresión uniaxial. UNE 22950-1:1990

DATOS OBLIGATORIOS

- Orientación del eje de carga respecto a planos de asimetría del testigo
- Nº de testigos ensayados
- Diámetro del testigo (0.1 mm)
- Altura del testigo (1.0 mm)
- Foto o esquema de la rotura
- Resistencia la compresión uniaxial (0.1 MPa)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Velocidad de rotura (MPa/s)
- Descripción litológica y origen del testigo
- Grado de humedad y saturación

Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 2: Resistencia a tracción. Determinación indirecta (Ensayo Brasileño). UNE 22950-2:1990 y UNE 22950-2:2003 Erratum

DATOS OBLIGATORIOS

- Orientación del eje de carga respecto a planos de asimetría del testigo
- Nº de testigos ensayados
- Diámetro del testigo (0.1 mm)
- Altura del testigo (1.0 mm)
- Foto o esquema de la rotura
- Resistencia la tracción (0.01 MPa)

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Velocidad de rotura (MPa/s)

- Descripción litológica y origen del testigo
- Grado de humedad y saturación

Propiedades mecánicas de las rocas. Ensayos para la determinación de la resistencia. Parte 5: Resistencia a carga puntual. UNE 22950-5:1996

DATOS OBLIGATORIOS

- Humedad del testigo en el momento del ensayo (0.1 %)
- Medidas de los fragmentos (0.01 mm)
- Distancia entre puntas (0.01mm)
- Diámetro equivalente (0.01 mm)
- Carga de rotura (1.0 N)
- Resistencia a carga puntual no corregida (0.01MPa)
- Factor de corrección por tamaño
- Resistencia a carga puntual corregida (0.01 MPa)
- Índice de anisotropía.

ISRM. Suggested Methods for Determining Shear Strength. Part 2: 1974

DATOS OBLIGATORIOS

- Procedimiento y equipo utilizado para la preparación de los testigos.
- Descripción geológica de los testigos antes de ser cortados
- Origen y medidas de los testigos.
- Para cada testigo:
 - lecturas del ensayo
 - gráfico de consolidación
 - gráfico esfuerzo tangencial-desplazamiento horizontal
 - gráfico resistencia al corte-esfuerzo normal
- Parámetros de resistencia al corte: ángulos de rozamiento y cohesión

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Humedad del testigo en el momento del ensayo

Agresividad de suelos y aguas al hormigón. EHE, Anejo 5.

DATOS OBLIGATORIOS

- Resultado final de cada ensayo

DATOS ADICIONALES RECOMENDADOS

- Cálculos desglosados de cada ensayo