

ESTUDIO GEOTÉCNICO

CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES	2
2.	DATOS BÁSICOS	2
3.	MARCO GEOLÓGICO.....	3
4.	TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS.....	3
4.1.	PROSPECCIÓN	3
4.1.1.	DENSIDAD Y PROFUNDIDAD.....	3
4.1.2.	PUNTOS DE RECONOCIMIENTO.....	4
4.1.3.	TOMA DE MUESTRAS.....	5
4.1.4.	CARACTERIZACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS	5
4.2.	TRABAJOS DE LABORATORIO.....	5
5.	DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS	8
6.	NIVEL FREÁTICO	8
7.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO	8
8.	SISMICIDAD	8
9.	CONCLUSIONES	9
9.1.	COTA DE CIMENTACIÓN.....	9
9.2.	PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE	9
9.3.	ELEMENTOS DE CONTENCIÓN	9
9.4.	ASIENTOS.....	9
9.5.	MÓDULOS DE BALASTO	10
9.6.	RESISTENCIA DEL TERRENO FRENTE A ACCIONES HORIZONTALES	10
9.7.	RIPABILIDAD.....	10
9.8.	NIVEL FREÁTICO.....	10
9.9.	AGRESIVIDAD	10
9.10.	ACCIÓN SÍSMICA	10
9.11.	DATOS RELATIVOS AL TERRENO Y A LAS AGUAS	11
9.12.	EXCAVACIÓN.....	11
9.13.	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	11

1. ANTECEDENTES

El estudio geotécnico incluirá los antecedentes y datos recabados.

2. DATOS BÁSICOS

- Dimensiones y superficie de ocupación del edificio.
- Definición del tipo de construcción (C0, C1, C2 y C3).

Tipos de Construcción	
Tipo	Descripción
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida menor de 300 m ² .
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas.
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas.
C-3	Construcciones entre 11 y 20 plantas.
C-4	Conjuntos monumentales o singulares o con más de 20 plantas.

En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

- Definición del grupo de terreno (T1, T2 y T3).

Tipos de Terrenos	
Grupos	Descripción
T-1	<u>Terrenos favorables</u> : Aquellos con poca variabilidad y en los que la práctica habitual en la zona es cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	<u>Terrenos intermedios</u> : Aquellos en los que existe experiencia de que las circunstancias geológicas dan lugar a alguna variabilidad en el comportamiento geotécnico. En la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación. Terreno con rellenos antrópicos de espesor inferior a 3,0 metros.
T-3	<u>Terrenos desfavorables</u> : Se integran en este grupo todos los terrenos que no se puedan encajar en uno de los dos anteriores, bien porque sus circunstancias geológicas no lo permitan por ser una zona compleja, bien porque no haya experiencia fiable de su comportamiento geotécnico. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: a) Suelos expansivos. b) Suelos colapsables. c) Suelos blandos o sueltos. d) Terrenos cársticos en yesos o calizas. e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado. f) Rellenos antrópicos con espesor superior a 3,0 metros. g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos. h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades. i) Terrenos con desnivel superior a 15°. j) Suelos residuales. k) Terrenos de marismas

3. MARCO GEOLÓGICO

En este punto se tratará de dar una visión general de la geología en el ámbito de estudio y se definirán los niveles o unidades geotécnicas presentes.

4. TRABAJOS DE RECONOCIMIENTO EFECTUADOS

4.1. PROSPECCIÓN

La prospección del terreno podrá llevarse a cabo mediante calicatas, sondeos mecánicos, pruebas continuas de penetración o métodos geofísicos.

En los reconocimientos de los tipos de construcción C-0 y grupo de terreno T-1, las pruebas de penetración deben complementarse siempre con otras técnicas de reconocimiento como podrían ser calicatas.

En otros casos, en el reconocimiento se podrán utilizar las pruebas de penetración para la identificación de unidades geotécnicas, que deben contrastarse mediante sondeos mecánicos.

No se pueden utilizar exclusivamente métodos geofísicos para caracterizar el terreno, debiendo siempre contrastarse sus resultados con los sondeos mecánicos.

4.1.1. DENSIDAD Y PROFUNDIDAD

Para su definición se tendrá en cuenta el tipo de edificio, la superficie de ocupación en planta y el grupo de terreno.

La profundidad planificada de los reconocimientos debe ser suficiente para alcanzar una **cota en el terreno** por debajo de la cual no se desarrollaran asientos significativos.

Esta cota puede definirse como la correspondiente a una profundidad tal que el **aumento neto de 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 esa cota antes de construir el edificio, a menos que se haya alcanzado una **unidad geotécnica resistente** tal que las presiones aplicadas sobre ella por la cimentación del edificio no produzcan deformaciones apreciables.

El aumento neto de tensión en el terreno, podrá determinarse utilizando los ábacos y tablas existentes en la literatura geotécnica de uso habitual ó también, de forma aproximada, suponiendo que la carga del edificio se distribuye uniformemente en cada profundidad sobre una superficie definida por planos que, buzando hacia el exterior del área cargada en la superficie del terreno, alcanzan dicha profundidad con líneas de máxima pendiente 1H:2V.

La unidad geotécnica resistente debe comprobarse a una profundidad de al menos 2+0,3m por cada planta que tenga la construcción.

En el caso de que se prevean **cimentaciones profundas** se llevarán a cabo las comprobaciones indicadas anteriormente suponiendo que la cota de aplicación de la carga del edificio sobre el terreno es la correspondiente a una profundidad igual a las dos terceras partes (2/3) de la longitud de los pilotes. En el caso de pilotes columna la profundidad investigada alcanzará aproximadamente cinco diámetros (5D) por debajo de la punta del pilote previsible a utilizar.

4.1.2. PUNTOS DE RECONOCIMIENTO

El mínimo de puntos a reconocer será 3.

Las distancias máximas según:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN	GRUPO DE TERRENO			
	T1		T2	
	d _{máx} (m)	P (m)	d _{máx} (m)	P (m)
C0, C1	35	6	30	18
C2	30	12	25	25
C3	25	14	20	30
C4	20	16	17	35

En el caso en el que las distancias máximas excedan de las dimensiones de la superficie a reconocer, deben disminuirse hasta que se cumpla con el número de puntos mínimos.

El **número mínimo de puntos** de sondeos mecánicos y el **porcentaje** del total de puntos de reconocimiento que pueden **sustituirse** por pruebas continuas de penetración **cuando el número de sondeos exceda el mínimo** que viene especificado en la siguiente tabla:

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

En el caso de terrenos T3 se intercalaran puntos de reconocimiento en las zonas problemáticas hasta definir las adecuadamente.

4.1.3. TOMA DE MUESTRAS

En la toma de muestras se deben cumplir unos requisitos diferentes según el tipo de ensayo que se vaya a ejecutar sobre la muestra obtenida.

Se especifican tres categorías de muestras:

a) muestras de categoría A: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables;

b) muestras de categoría B: son aquellas que mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables;

c) muestras de categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría B.

Una vez extraídas las muestras se procederá a su parafinado o protección adecuada y se trasladarán al laboratorio de ensayo en las mejores condiciones posibles.

Además de las **muestras de suelo o roca** señaladas, el reconocimiento geotécnico debe incluir la toma de muestras de **agua** de los distintos acuíferos encontrados.

4.1.4. CARACTERIZACIÓN DE MACIZOS ROCOSOS

El macizo rocoso se caracterizará por la resistencia de la roca matriz, que debe matizarse con otras propiedades de su discontinuidad, como son: apertura, rugosidad, tipo de relleno, espaciamiento, índice de fracturación, persistencia, clase RQD, o presencia de agua.

4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

De todas las muestras se hará una descripción detallando aspectos que no son objeto de ensayo, como el color, olor, litología de las gravas o de la roca, presencia de escombros o materiales artificiales, etc., así como el tipo de la categoría A, B o C.

El número de **determinaciones** del valor de un parámetro de una **unidad geotécnica** investigada será el adecuado para que éste sea fiable. Deberá procurarse que los valores se obtengan de muestras procedentes de puntos de investigación diferentes, una vez que se hayan identificado como pertenecientes a la misma capa.

Las *determinaciones* se podrán obtener mediante ensayos en laboratorio, o si es factible con ensayos in situ, aplicando las oportunas correlaciones si fueran necesarias.

Para cada *unidad geotécnica* que pueda ser afectada por las cimentaciones, se establece el número ensayos indicados en la tabla 3.7. Este número se considera orientativo y corresponde a edificios C-1 ó C-2.

Tabla 3.7. Número orientativo de determinaciones in situ o ensayos de laboratorio para superficies de estudio de hasta 2000 m²

Propiedad	Terreno	
	T-1	T-2
Identificación		
Granulometría	3	6
Plasticidad	3	5
Deformabilidad		
Arcillas y limos	4	6
Arenas	3	5
Resistencia a compresión simple		
Suelos muy blandos	4	6
Suelos blandos a duros	4	5
Suelos fisurados	5	7
Resistencia al corte		
Arcillas y Limos	3	4
Arenas	3	5
Contenido de sales agresivas	3	4

Para edificios C-3 o C-4 los valores del cuadro se recomienda incrementarlos en un 50%. Para terrenos tipo T-3 se decidirá el tipo y número de determinaciones, que nunca serán inferiores a las indicadas para el T-2.

Se distinguirá entre aquellos suelos cuya proporción en finos (limo + arcilla) sea inferior al 35% y los que superen dicha proporción, pudiéndose denominar unos y otros tal y como se indica en las tablas D.20 y D.21.

Tabla D.20. Denominación matizada de suelos granulares⁽¹⁾

Porcentaje de finos < 35%		
Denominación		% de arcilla y limo
Nombre principal	Grava o arena	-
Nombre secundario	Arenosa o con grava	-
Con indicios de	Limos o arcillas	1-10
Algo	Limosa o arcillosa	10-20
Bastante	Limosa o arcillosa	25-35

⁽¹⁾ Los términos arcilla y arcillosa de la tabla deben emplearse cuando se trata de finos plásticos y los términos limo y limosa, cuando los finos no son plásticos o poco plásticos según el criterio de Casagrande.

Tabla D.21. Denominación matizada de suelos finos

Porcentaje de finos > 35%		
Denominación		% de arena y grava
Nombre principal	Arcilla o limo	< 35
Nombre secundario	Arenosa/so o con grava	35-65

La acidez Baumann-Gully y el contenido en sulfatos, detectados en muestras de suelo y rocas, así como determinados componentes químicos, presentes en el agua freática, permiten clasificar la agresividad química del terreno frente al hormigón, tal y como se indica en la tabla D.22 clasificación de la agresividad química recogida en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Tabla D.22. Clasificación de la agresividad química de suelos, rocas y aguas (EHE)

Tipo de Medio agresivo	Parámetros ⁽¹⁾	Tipo de exposición		
		Q _a Ataque débil	Q _b Ataque medio	Q _c Ataque fuerte
Agua	Valor del pH	6,5-5,5	5,5-4,5	< 4,5
	CO ₂ agresivo (mg CO ₂ /l)	15-40	40-100	> 100
	Ión amonio (mg NH ₄ ⁺ /l)	15-30	30-60	> 60
	Ión magnesio (mg Mg ²⁺ /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
	Ión sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3000	> 3000
	Residuo seco a 110° C (mg/l)	75-150	50-75	< 50
Suelo	Grado de acidez Baumann-Gully	> 20	_(1)	_(1)
	Ión Sulfato	2000-3000	3000-12000	> 12000
	(mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco)			

⁽¹⁾ Estas condiciones no se dan en la práctica

La EHE establece el empleo de cementos que posean resistencia adicional a los sulfatos, según la norma UNE 80303:96, para una exposición tipo Q, es decir, siempre que el contenido en sulfatos del terreno sea igual o mayor a 3000 mg/kg (SO₄²⁻ en suelos ≥ 3000 mg/kg) y de 600 mg/kg en el agua freática (SO₄²⁻ en aguas ≥ 600 mg/l).

5. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES GEOTÉCNICAS

En el estudio se recogerá la distribución de unidades geotécnicas diferentes, sus espesores, extensión e **identificación** litológica, hasta la profundidad establecida en los reconocimientos.

6. NIVEL FREÁTICO

Se recogerá la profundidad de las aguas freáticas y las oscilaciones de las mismas.

7. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DEL TERRENO

Los resultados del estudio, incluyendo la descripción del terreno, se referirán a las distintas unidades geotécnicas detectadas.

De cada una de las unidades geotécnicas relevantes se dará su *identificación*, en los términos contenidos en las tablas del DB SE-C Capítulo 3, y de acuerdo con los ensayos y otra información de contraste utilizada, los parámetros esenciales para determinar la resistencias de cada unidad geotécnica, tales como densidad, rozamiento, cohesión, y los de deformabilidad, expansividad, colapso, parámetros de agresividad de agua y terreno, y los coeficientes sismorresistentes, si fuere necesario.

Como **Anejo**, se elegirán los perfiles geotécnicos longitudinales y transversales que mejor representen la distribución de estas unidades. Para los edificios de categoría C-0 y C-1 el número de perfiles mínimo será de dos y para el resto de tres. Se determinará en su caso la unidad geotécnica resistente, así como las agrupaciones de unidades geotécnicas de similares características. Igualmente se recogerá la profundidad de las aguas freáticas y, en su caso, las oscilaciones de las mismas.

8. SISMICIDAD

En municipios con aceleración sísmica de al menos 0,08 g, o si se ha solicitado expresamente, de cada sondeo, se identificará la clasificación de cada unidad geotécnica o estrato a efectos de su comportamiento sísmico, según la NSCE-02.

Si los resultados de los distintos sondeos son diferentes, se concluirá, justificadamente, el valor C con el que debe obtenerse tanto la acción sísmica del emplazamiento, como el cálculo de dicho efecto en el edificio y sus cimientos. La justificación será tanto más matizada cuanto más se aparte el valor de C de 1,15.

9. CONCLUSIONES

Se comentaran las posibles alternativas de solución de cimentación, excavación o elementos de contención en su caso, técnica y económicamente viables, se establecerán de acuerdo con los problemas planteados así como de la posible interacción con otros edificios y servicios próximos e incluirá los anejos necesarios.

En este apartado, las conclusiones y recomendaciones se recogerán de tal forma que se puedan adoptar las soluciones más idóneas para la realización del proyecto para el que se ha hecho el estudio geotécnico. Asimismo se indicarán los posibles trabajos complementarios a realizar en fases posteriores, antes o durante la obra, a fin de subsanar las limitaciones que se hayan podido observar.

Las recomendaciones antedichas serán cualitativas y cuantitativas, concretando todos los valores necesarios con la precisión requerida para ser utilizados para el análisis y dimensionado de los cimientos, los elementos de contención o el movimiento de tierras.

Las conclusiones, en función del tipo de cimentación, deben establecer los valores y especificaciones necesarios para el proyecto relativos a:

9.1. COTA DE CIMENTACIÓN

Debe hacerse una referencia a la cota de cimentación o a la cota a la cual es admisible una carga.

9.2. PRESIÓN VERTICAL ADMISIBLE

La presión vertical admisible y de hundimiento, se dará en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.

En el caso de pilotes, la resistencia al hundimiento se desglosará en resistencia por punta y por fuste.

9.3. ASIENTOS

Asientos y asientos diferenciales, esperables y admisibles para la estructura del edificio y de los elementos de contención que se pretende cimentar.

9.4. ELEMENTOS DE CONTENCIÓN

Para el dimensionado de elementos de contención se darán los parámetros geotécnicos del terreno.

Para el dimensionado de elementos de pantallas u otros elementos de contención se darán datos de la ley "tensiones en el terreno-desplazamiento".

9.5. MÓDULO DE BALASTO

Para idealizar el terreno en cálculos de dimensionado de cimentaciones y elementos de contención, mediante modelos de interacción suelo-estructura.

Imprescindible en casos de cimentación por LOSA.

9.6. RESISTENCIA DEL TERRENO FRENTE A ACCIONES HORIZONTALES

Empujes del terreno: activo, pasivo y reposo

9.7. RIPABILIDAD

Clasificación del terreno desde el punto de vista de su ripabilidad (excavabilidad), procedimiento de excavación y terraplenado más adecuado.

Taludes estables en ambos casos, con carácter definitivo y durante la ejecución de las obras.

9.8. NIVEL FREÁTICO

Situación del nivel freático y variaciones previsibles. Influencia y consideración cuantitativa de los datos para el dimensionado de cimentaciones, elementos de contención, drenajes, taludes e impermeabilizaciones.

La proximidad a ríos o corrientes de agua que pudieran alimentar el nivel freático o dar lugar a la socavación de los cimientos, arrastres, erosiones o disoluciones.

9.9. AGRESIVIDAD

Cuantificación de la agresividad del terreno y de las aguas que contenga, para su calificación al objeto de establecer las medidas adecuadas a la durabilidad especificada en cimentaciones y elementos de contención, de acuerdo con los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

9.10. ACCIÓN SÍSMICA

Caracterización del terreno y coeficientes a emplear para realizar el dimensionado bajo el efecto de la acción sísmica.

9.11. DATOS RELATIVOS AL TERRENO Y A LAS AGUAS

Cuantificación de cuantos datos relativos al terreno y a las aguas sean necesarios para el dimensionado del edificio, en aplicación de este DB, otros Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE, y a otros DB, especialmente al DB-HS (Habitabilidad: Salubridad).

Se indicará el coeficiente de permeabilidad del terreno.

9.12. EXCAVACIÓN

Cuantificación de los problemas que pueden afectar a la excavación especialmente en el caso de edificaciones o servicios próximos existentes y las afecciones a éstos.

9.13. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS

Relación de asuntos concretos, valores determinados y aspectos constructivos a confirmar después de iniciada la obra, al inicio de las excavaciones, o en el momento adecuado que así se indique, y antes de ejecutar la cimentación, los elementos de contención o los taludes previstos.