

Orden por la que se publica la «Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos en la Región de Murcia».

BORM 3 Noviembre 2001

A la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia corresponde, de conformidad con el R.D. 1546/ 84 y en virtud de las competencias asumidas en materia de Vivienda, el Control de Calidad en la Edificación y, consecuentemente, promover las condiciones necesarias que permitan a los ciudadanos de la Región disfrutar de una vivienda digna y adecuada.

A lo largo de los últimos años, y con base a lo anterior, se ha venido trabajando en la mejora de la Calidad en la Edificación de nuestra Región, impulsando ayudas al fomento de la calidad y poniendo a disposición de los agentes intervinientes herramientas adecuadas para mejorar el proceso.

La entrada en vigor de la Ley 38/1999, de Ordenación de la Edificación (L.O.E.) y la importancia en el sector de la edificación de nueva normativa, como la Instrucción de Hormigón Estructural (E.H.E), publicada mediante R.D. 2261/1998, configuran un panorama que establece la necesidad de documentar los proyectos con los necesarios estudios de suelo, que garanticen la adecuación de las cimentaciones y cargas transmitidas a las características del terreno.

Cada una en su ámbito, L.O.E. y E.H.E., persiguen que se construyan edificios que presenten una estabilidad estructural garante y una vida útil adecuada.

La L.O.E. en su artículo 18 establece, para el cumplimiento de los requisitos relativos a la Seguridad Estructural, una serie de garantías que, en el apartado c), se concretan en la obligación del establecimiento de un seguro para daños que comprometan a la resistencia mecánica y estabilidad del edificio.

También, dada la importancia de las condiciones del suelo en relación con la estabilidad de la estructura, en el artículo 12 apartado b), establece la obligación del Director de Obra de verificar la adecuación de la cimentación a las características geotécnicas del terreno, responsabilizando al promotor, en el artículo 9 apartado b), a facilitar la documentación e información previa necesarias para la redacción del proyecto.

Por su parte, la E.H.E., en el punto 4.1 de su articulado de generalidades, establece que en los proyectos se requiera un Estudio geotécnico de los terrenos sobre los que se va a ejecutar obra, salvo cuando resulte incompatible con la naturaleza de ésta, debiendo figurar, conforme se establece en el apartado 4.2, los estudios del terreno necesarios en la Memoria del proyecto, como datos previos.

Lo anterior, evidentemente, plantea la necesidad de conocer y documentar de forma garante las características del suelo donde se ubicarán las estructuras de los edificios.

Dado que son muchas y diversas las posibilidades de cumplir las exigencias anteriores con diversos tipos de estudios y más o menos ensayos, que definan las características del suelo, parece razonable establecer un marco de referencia o guía de planificación, que ayude a formalizar la concreción del *petitum* necesario previo a los proyectos.

En consecuencia, resulta necesario garantizar la realización, en su caso, de estudios geotécnicos proporcionados al nivel de riesgo de las edificaciones, en referencia, tanto a sus características, como a las del suelo donde se ubican.

Desde este punto de vista, la Administración Regional entiende oportuno publicar una Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos en la Región, que ayude a cumplir con la exigencia normativa y a planificar de forma adecuada y proporcionada, el ámbito de las investigaciones geotécnicas, en cada caso.

El carácter de la Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos, contenida en el Anexo de esta Orden, podría enmarcarse, como las Normas Tecnológicas de las Edificación (N.T.E.), dentro del grupo de normas que ayudan y traducen, de modo operativo, los conceptos generales que establecen las Normas Básicas e Instrucciones de obligado cumplimiento y de aplicación general.

Esta Guía o documento de referencia, consensado y válido, podrá emplearse por los promotores y técnicos para realizar las previsiones necesarias, por los Laboratorios Acreditados y Entidades de Control como referencia genérica válida de sus asistencias, y por las aseguradoras para evaluar sus riesgos.

La Administración, por su parte, podrá garantizar al ciudadano un marco razonable de seguridad en la medida en que los estudios sobre el suelo se efectúen en referencia a la unidad de criterios propuesta por la Guía de planificación que se publica.

Por cuanto antecede, en el ejercicio de las competencias que me están atribuidas en la materia,

DISPONGO:

Artículo 1º. -

Publicar el modelo de Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos que se incluye en el Anexo de la presente Orden.

Artículo 2º. -

La documentación contenida en dicho Anexo, se entiende como documento de referencia a adoptar en el ámbito de la Región de Murcia, sin perjuicio de que se puedan adoptar otras reglas o criterios que se adecúen a la normativa de obligado cumplimiento.

Disposición final

La presente Orden entrará en vigor al día siguiente de su publicación en el Boletín Oficial de la Región.

Murcia a 23 de octubre de 2001.- El Consejero de Obras Públicas y Ordenación del Territorio, José Pablo Ruiz Abellán.

0.- INTRODUCCIÓN

0.0. OBJETO La guía de planificación de estudios geotécnicos pretende ser un instrumento que ayude a unificar los criterios mínimos, para distintas tipologías de edificios y en base a las zonas geotécnicas diferenciadas (Mapa Geotécnico incluido en el anejo 1), en estudios geotécnicos para edificación en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

En este sentido, se presenta una forma sencilla (y al mismo tiempo detallada) para el dimensionamiento de la campaña geotécnica a realizar (en función del tipo de edificio y área de contacto con el terreno) para distintas zonas geotécnicas y determinar los datos

que son necesarios para el diseño de la cimentación. Además se establecen las referencias para la confección de los pliegos de condiciones técnicas para la realización del estudio geotécnico.

0.1. NECESIDAD DE LA GUÍA En el momento actual, los estudios geotécnicos se dimensionan o planifican, en el mejor de los casos, por las empresas, consultoras especializadas o técnicos correspondientes, en función de la experiencia geotécnica de cada uno de ellos. En algunas ocasiones, esta labor de planificación (y la investigación geotécnica posterior), se ve condicionada por presiones comerciales o económicas o plazos de ejecución, resultando una dispersión en criterios y unidades de reconocimiento que conducen a presupuestos y cuantías económicas dispares en casos semejantes.

En otros casos, los datos geotécnicos se deducen, sin aplicar procedimientos técnicos, mediante la observación de la excavación de la cimentación, conocimiento de la tipología de cimentación de edificios próximos y comportamientos del suelo en situaciones similares, lo cual conduce a soluciones de cimentación no siempre acertadas o técnicamente adecuadas.

La presente Guía de Planificación de Estudios Geotécnicos establece unos requisitos técnicos mínimos que deben contemplar todos los estudios geotécnicos sirviendo, por tanto, de vehículo o instrumento de normalización de la planificación de la investigación y el presupuesto económico asociado.

0.2. CONTENIDO DE LA GUÍA El contenido de la presente guía se ha estructurado en los siguientes apartados:

En primer lugar se explican los criterios y características geotécnicas de las distintas zonas diferenciadas en el Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia incluido en el Anejo 1 (apartado 1).

En el apartado 2 se exponen los procedimientos y los requisitos mínimos que se deben contemplar en la planificación de la campaña de investigación de estudios geotécnicos. La aplicación de la sistemática recogida en este capítulo debe permitir planificar un estudio geotécnico a profesionales de la edificación sean o no sean especialistas en Mecánica de Suelos y Cimentaciones y servirá para que las empresas especializadas elaboren sus ofertas con una referencia común.

A continuación (apartado 3) se recoge el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de las actuaciones o métodos de investigación a emplear en el desarrollo del Proyecto de Estudios Geotécnicos para edificación en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Por último se incluyen una serie de anejos en los que se recogen el Mapa de Zonificación Geotécnica de la Región de Murcia (Anejo 1), algunos ejemplos de aplicación (Anejo 2) y las fichas y cuadros-guía de aplicación necesarios para la planificación de la campaña geotécnica (Anejo 3).

1. - ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE LA REGIÓN DE MURCIA

1.0 ANTECEDENTES. METODOLOGÍA La Región de Murcia presenta una gran variedad geológica, geomorfológica, hidrogeológica y geotécnica. En este contexto, la realización de una cartografía geotécnica, que recoja la diversidad de comportamientos y problemática geotécnica de la región, exigiría un grado de detalle, una escala de trabajo y una

compleja labor de síntesis o ampliación de los datos geotécnicos existentes que se escapan por completo del objeto y metodología de trabajo de esta publicación.

Las características y problemas geotécnicos básicos, así como las condiciones o aptitudes de cimentación, basados fundamentalmente en criterios geológicos, pueden ser reflejados, con ciertas abstracciones en cuanto a la homogeneidad de las unidades geológicas, a escalas de trabajo más acordes con el objetivo del presente trabajo.

En esta guía no se ha pretendido realizar una cartografía geotécnica de la Región propiamente dicha, sino más bien una zonificación en áreas de características litológico-geotécnicas similares que permitan establecer, en cada zona geotécnica, los criterios mínimos a contemplar en el reconocimiento o investigación geotécnica. De esta forma, y en función de las características de la construcción y la problemática geotécnica asociada a cada zona diferenciada, se proponen unos reconocimientos mínimos exigibles en cada caso. En este sentido, y con objeto de simplificar la tarea de planificación de la campaña geotécnica, se ha intentado reducir al máximo el número de zonas geotécnicas diferenciadas.

La zonificación geotécnica de la Región de Murcia contenida en la presente guía (Anejo 1) se ha reflejado en un mapa a escala 1: 200.000, basado fundamentalmente en el Mapa Geológico de la Región de Murcia (ITGE, 1994) y en el Mapa Geotécnico incluido en el Atlas del Medio Natural de la Región de Murcia (ITGE, 1999). También se ha tenido en cuenta la información recogida en otras publicaciones, como el Mapa Previsor de Riesgos por Expansividad de Arcillas en España (IGME-CEDEX, 1986), Mapa Geotécnico General (1973 y 1977) etc., cuya referencia pormenorizada se incluye en Bibliografía.

La variabilidad litológico-geotécnica y la gran relevancia, desde un punto de vista constructivo, de Murcia, Cartagena-Mar Menor- La Manga, Lorca y Molina de Segura ha aconsejado la realización de mapas con mayor detalle cartográfico, concretamente a escala 1: 25.000. Por otra parte, está prevista la elaboración, en el marco de un convenio de cooperación entre el ITGE y la Consejería de Política Territorial y Obras Públicas de la CARM, de los mapas geotécnicos de Cartagena y Lorca; la información en dichos mapas complementará sin duda, en el momento de su publicación, algunos de los aspectos recogidos en la presente guía.

La superficie de la Región de Murcia se ha dividido, con criterios fundamentalmente litológicos, en siete zonas geotécnicas. Estas presentan, en su conjunto, unas características de homogeneidad que consideramos suficientes para el establecimiento de los criterios mínimos en lo referente a la «planificación de la campaña geotécnica para edificación en el ámbito de la Región de

Murcia». Las áreas o zonas geotécnicas diferenciadas se indican a continuación.

1.1 ZONA I (SUSTRATO ROCOSO: ROCAS DURAS) Se han incluido en esta zona todas aquellas áreas que presentan un subsuelo constituido por un sustrato rocoso de rocas competentes o duras.

Comprenden a las rocas metamórficas (excepto filitas), tales como esquistos, cuarcitas, mármoles, gneises, etc.; rocas volcánicas, como diabasas, andesitas, basaltos, etc. y algunas rocas sedimentarias, como calizas, dolomías, calcarenitas y conglomerados.

Las rocas metamórficas y volcánicas están localizadas únicamente en el sur de la provincia, mientras que las sedimentarias referidas están distribuidas por toda la región.

Esta zona corresponde a terrenos, con una elevada capacidad portante, aptos para soportar cualquier tipo de estructuras mediante cimentación superficial y asientos, en condiciones habituales de carga, prácticamente inexistentes.

Los problemas geotécnicos comúnmente asociados a estas zonas serán los siguientes:

- Áreas de relieve abrupto y tectonizado.
Inestabilidades puntuales o desprendimientos.
- Ripabilidad difícil (se requerirá explosivos o voladuras).
- Oquedades o huecos debidos a karstificación (en materiales calcáreos).
- Presencia de recubrimientos superficiales (naturales o antrópicos).
- Alteración de los niveles más superficiales.

1.2 ZONA II (SUSTRATO ROCOSO: ROCAS BLANDAS) Se incluyen en esta zona las áreas ocupadas por rocas blandas o con alto grado de alteración superficial, tales como: filitas, areniscas, arcillitas, margas y margocalizas; alternancias litológicas con predominio de rocas blandas, como los depósitos tipo Flysh, cuyo comportamiento geomecánico mixto (roca-suelo) condiciona su aptitud ante las cimentaciones de las estructuras; y a los depósitos aluvio-coluviales Pliocenos (conglomerados, lutitas y argilitas consolidadas, etc) que, generalmente, configuran áreas de relieve positivo. Se han excluido de este grupo, por su problemática geotécnica particular, a aquellos terrenos con riesgo de expansividad alto (Zona IV).

Ocupan relieves topográficamente depriados, con

características geomorfológicas peculiares, como «badlands», redes de drenaje muy densas del tipo dendrítico, acarcavamientos, etc. Se agrupan en cuencas intermontañas o depresiones, como las cuencas de Mula, Fortuna, Lorca, Tarragona, Calasparra, Moratalla, etc.

En general, la cimentación de las estructuras situadas en esta zona podría resolverse por medio de cimentación superficial, con cargas de trabajo moderadas a altas, y asientos inducidos de carácter marcadamente elástico y escasa magnitud.

Los problemas geotécnicos más habituales serán:

- Alteración superficial localmente importante de los términos más margosos.

- Deslizamientos a favor de la estratificación en laderas naturales o taludes excavados.

- Posibles asientos diferenciales debidos a heterogeneidad litológica.

1.3 ZONA III (DEPÓSITOS ALUVIO-COLUVIALES) La componen todos aquellos depósitos coluviales o aluvio-coluviales (glacis, abanicos aluviales, coluviones, terrazas, piedemontes, etc.), de edad Cuaternario (los depósitos Pliocenos consolidados y, en ocasiones, fuertemente compactados se han incluido en la Zona II), cuya característica litológica fundamental es su heterogeneidad y heterometría (mezcla de partículas de diverso tamaño). Así, se engloban términos como conglomerados poco cementados (en lentejones o niveles discontinuos); costras calcáreas de naturaleza edáfica (irregulares, con grado de cimentación variable y de reducido espesor); gravas, arenas, limos y arcillas.

En los mapas geotécnicos se ha señalado, con una trama específica, aquellas zonas en las que se estima la aparición de un acuífero superficial o nivel freático somero.

En general, desde un punto de vista geotécnico, constituyen un conjunto heterogéneo formado por depósitos escasamente seleccionados con gradaciones granulométricas que pueden variar, en un mismo solar o sondeo, desde partículas de grandes tamaños (bolos o gravas) hasta los tamaños más finos (arcillas y limos).

Ocupan depresiones, tales como la del Campo de Cartagena y cuencas aluviales, como la del Guadalentín; en todas ellas predomina el relieve subhorizontal.

Las condiciones constructivas serán más favorables en los materiales granulares (arenas y gravas). Los términos arcillosos tienen una capacidad portante más reducida; así, en los términos granulares o detríticos la cimentación podría resolverse mediante zapatas, con cargas de trabajo

medias a altas, y en las zonas ocupadas por terrenos cohesivos o arcillosos mediante cimentación superficial o semi profunda (pozos de cimentación), con cargas de trabajo bajas a medias.

Los problemas geotécnicos que pueden afectar a las condiciones de cimentación en esta zona son, entre otros, los siguientes:

- Inestabilidades puntuales en zonas proximales o adyacentes a relieves montañosos de pendiente moderada a alta. Ligeros abarrancamientos.
- Asientos diferenciales motivados por apoyo heterogéneo de cimentaciones en terrenos de diferente naturaleza.
- Asientos de consolidación en términos arcillosos y con presencia de nivel freático superficial.
- Moderada expansividad de los niveles arcillosos.

1.4 ZONA IV (ARCILLAS Y MARGAS CON YESOS) Corresponden a terrenos, predominantemente arcillosos o margosos y/o con frecuentes niveles de yesos, que presentan un alto riesgo de expansividad. Se han incluido en este grupo a las arcillas, margas y yesos del Triás Keuper y a las formaciones de margas con yesos del Mioceno que ocupan las depresiones intramontañosas de la región. En ambos casos originan morfologías fuertemente erosionadas y abarrancadas. Los primeros afloran en el tercio septentrional de la región, mientras que los segundos están representados fundamentalmente en las cuencas de Lorca, sur de las de Mula y Fortuna, etc.

La cimentación de las estructuras podría resolverse, previa toma de las precauciones adicionales y/o adecuación de los elementos de la estructura a la problemática geotécnica descrita a continuación, mediante cimentaciones superficiales o semi profundas con tensiones o cargas de trabajo medias.

Esta zona resulta especialmente problemática, desde un punto de vista geotécnico, debido a las siguientes particularidades:

- Posible presencia de oquedades o huecos debidos a disolución de los niveles yesíferos (karstificación).
- Elevado contenido en sulfatos y agresividad del terreno frente al hormigón y elementos metálicos.
- Fenómenos de hinchamiento o expansividad motivados por cambios de humedad del terreno.

-Inestabilidades de laderas naturales o taludes excavados.

-Hundimientos y colapsos.

1.5 ZONA V (ARCILLAS BLANDAS Y FANGOS) Está compuesta por terrenos temporalmente saturados, tales como aluviales recientes (arcillas, limos y arenas), blandos y normalmente consolidados, representados por ejemplo en la Vega Media del Río Segura (depósitos de llanura aluvial) y terrenos de tipo lagoon litoral (arcillas o limos orgánicos) que se distribuyen hacia la zona norte de La Manga y este del Mar Menor.

Proporcionan, en general, relieves o morfologías planas.

La capacidad portante de estos suelos resulta baja a muy baja siendo necesario recurrir, en general, a la ejecución de losas de cimentación, en estructuras de poca carga o con excavación de sótanos, o cimentaciones profundas mediante pilotes que transmitan la carga a estratos o niveles profundos resistentes, en estructuras de mayores cargas.

Los problemas geotécnicos más habituales de estas zonas son los siguientes:

-Niveles freáticos altos o superficiales. Necesidad de entibación de excavaciones y medidas de drenaje.

-Oscilaciones significativas del nivel freático de carácter climatológico y/ o antrópico. Infiltraciones o posibles asientos asociados a dichas variaciones.

-Asientos de consolidación importantes.

-Agresividad química del agua freática.

-Presencia de niveles orgánicos que pueden incrementar la cuantía y duración de los asentamientos.

-Moderada expansividad.

1.6 ZONA VI (ARENAS LITORALES) Constituida por los depósitos de arenas flojas con restos orgánicos y caparazones calcáreos que forman el cordón litoral de La Manga del Mar Menor.

Esta zona representa un área geográfica de pequeña extensión, aunque con una gran relevancia e importancia en cuanto a la actividad constructiva.

La capacidad portante será baja. Las estructuras de hasta tres plantas podrán cimentarse, en algunos casos, mediante cimentación superficial (zapatas). En general, en las estructuras de más de tres plantas deberá recurrirse a la ejecución de losa de cimentación (cargas moderadas) o

cimentación profunda mediante pilotaje (cargas elevadas).

El nivel freático se encuentra a escasa profundidad.

Esto condiciona, debido a la naturaleza detrítica y suelta de los terrenos, unas condiciones de estabilidad de zanjas o excavaciones deficientes (taludes inestables) y una necesidad de drenaje de las mismas, debido a su elevada permeabilidad, muy importante en caso de cortar dicho nivel freático.

Otros problemas geotécnicos a tener en consideración serán:

-Agresividad del agua freática.

-Asientos debidos a la compresibilidad de niveles orgánicos o con abundante materia orgánica.

1.7 ZONA VII (ZONAS ESPECIALES) Corresponden a aquellas áreas que tienen importantes irregularidades naturales o geológicas (oquedades o karstificación importante y conocida) o modificaciones antrópicas extensas (minas, galerías, escombreras, terrenos ganados al mar, etc.).

La distribución de las irregularidades en estas zonas es aleatoria e impredecible. Por este motivo resulta técnicamente imposible estimar, y menos aún intentar sistematizar, sin la ayuda de la realización de una campaña de investigación geotécnica específica y concreta, el comportamiento geotécnico del subsuelo.

Estas áreas se sitúan especialmente en las sierras mineras de Cartagena-La Unión y Mazarrón, y en las kársticas del Noroeste de la Región (Caravaca, Moratalla y Cehegín).

Se han incluido en este grupo a unas zonas en las que aparecen arenas tobáceas de compacidad floja (proximidades de Caravaca) y fenómenos de «pipping» o microkarstificación superficial o epidérmica ligada a zonas endorreicas del Valle del Guadalentín.

La planificación y ejecución de la campaña geotécnica en esta zona requerirá un tratamiento particularizado que dependerá de la experiencia y grado de conocimiento que posea del lugar el técnico o empresa encargada de la redacción del estudio geotécnico.

En el Anejo 1 se incluye el Mapa de Zonificación Geotécnica de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, a escala 1: 200.000, en el que se representan las áreas geográficas ocupadas por las distintas zonas geotécnicas descritas y, a escala 1: 25.000, las zonas de Murcia, Cartagena- Mar Menor- La Manga, Lorca y Molina de Segura. La información recogida en dichos mapas servirá, únicamente, para una primera valoración geotécnica del terreno y para facilitar la planificación de la campaña geotécnica y, por tanto, no sustituirá ni eximirá, en modo alguno, de la necesidad de realizar una investigación puntual para la resolución de problemas geotécnicos de obras concretas tal y como se contempla en la presente guía.

Por otra parte, y dada la imprecisión inherente a las escalas de los mapas (1: 25.000 y 1: 200.000), puede que en algunos casos no exista coincidencia entre los terrenos aparecidos en el transcurso de la campaña geotécnica y los correspondientes a los Mapas de Zonificación Geotécnica. Por ello, deberá seguirse, en todos los casos, la metodología y procedimientos recogidos en el Autocontrol de Estudio Geotécnico (apartado 3.4).

El Técnico responsable del estudio geotécnico deberá proponer, de acuerdo a su experiencia y a las características geotécnicas concretas detectadas o deducidas en el transcurso de la investigación geotécnica, acerca de la ampliación de los trabajos, unidades o conceptos sobre mínimos exigidos a efectos de esta guía. Igualmente, deberá tener en cuenta los posibles aspectos hidrológicos, hidrogeológicos o geomorfológicos, no contemplados en este mapa, con incidencia en la actuación constructiva en cuestión.

A continuación se incluye un cuadro resumen en el que se recogen las condiciones de la cimentación «estimadas» y la posible problemática geotécnica asociada a cada una de las zonas geotécnicas diferenciadas.

Zona Geotécnica	Denominación	Cimentación usual	Problemática geotécnica
Zona I	Sustrato rocoso: Rocas duras	Elevada capacidad portante. Cimentación superficial.	-Inestabilidades puntuales.
			-Voladuras o explosivos.
			-Karstificación (calizas).
			-Recubrimientos y alteración superficial.
Zona II	Sustrato rocoso: Rocas blandas.	Cimentación superficial. Capacidad portante moderada a alta	-Alteración superficial.
			-Deslizamientos en laderas naturales o taludes.
			-Asientos diferenciales
	Aluvio-	*Términos	

Zona III	coluvial	granulares:	
		-Cimentación superficial.	-Abarrancamientos e inestabilidades en áreas proximales.
		Capacidad portante media-alta	
		*Términos cohesivos:	-Asientos diferenciales.
		-Cimentación superficial o semi profunda (capacidad portante baja a media). Pozos o pilotaje en grandes estructuras	-Asientos en términos arcillosos con nivel freático elevado.
			-Expansividad moderada.
Zona IV	Arcillas y margas con yesos	Cimentación superficial o semi profunda. Capacidad portante media	-Karstificación en yesos.
			-Agresividad del terreno.
			-Riesgo de expansividad elevada. - Inestabilidades de laderas naturales y taludes.
Zona V	Arcillas blandas y fangos	Capacidad portante baja a muy baja. Estructuras de poca carga (losa o pilotaje) y de grandes cargas (pilotaje).	-Asientos de consolidación.
			-Nivel freático elevado o superficial

			(entibación y drenajes). Variaciones significativas.
			-Agresividad química del agua freática
Zona VI	Arenas litorales	Capacidad portante baja.	-Nivel freático elevado. Drenajes e inestabilidad de taludes
		-Edificios 1-3 plantas: En general, cimentación superficial.	
		-Edificios de más de tres plantas: Losa o pilotaje.	-Agresividad química del agua freática.
			-Materia orgánica. Asientos adicionales.
Zona VII	Zonas especiales	Variables	Problemas geotécnicos variados e impredecibles.
			Empleo de técnicas de investigación específicas.

2.- PLANIFICACIÓN DE ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.0. LISTA DE SÍMBOLOS EMPLEADOS A continuación se recogen los símbolos o notación referida a las unidades o conceptos necesarios para la planificación de la campaña geotécnica.

n: Número máximo de plantas del edificio, incluido sótanos y áticos (a efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta).

R (m): Espesor de rellenos o recubrimientos superficiales conocido o estimado.

B (m): Dimensión menor del edificio. En edificios de geometría irregular lado menor del rectángulo equivalente.

L (m): Dimensión mayor del edificio. En edificios de geometría irregular lado mayor del rectángulo equivalente.

S (m²): Superficie o área de terreno ocupada por la proyección horizontal del edificio.

Z (m): Altura o profundidad máxima de excavación de sótanos o taludes.

IM (m): Luz máxima de vigas y forjados entre soportes.

Uso: público (hospitalario, docente, administrativo, espectáculos, centros comerciales, etc.) o privado (viviendas).

E1: Edificios de 1 a 3 plantas (incluyendo sótanos y áticos).

E2: Edificios de 4 a 10 plantas (incluyendo sótanos y áticos).

E3: Edificios de 11 a 20 plantas (incluyendo sótanos y áticos).

N: Número de puntos de investigación.

Ptotal (m): Profundidad total de los sondeos.

Nsondeos : Número final de sondeos.

Nc: Número de calicatas.

Np: Número de penetrómetros.

Lsondeos (m): Longitud total de sondeos (Nsondeos x Ptotal).

2.1 PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN En este apartado se describe el procedimiento, y los datos mínimos necesarios, para la planificación de la campaña de investigación de estudios geotécnicos para edificación en el ámbito de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. La información recogida explícitamente en las fichas correspondientes es imprescindible para el dimensionado del estudio geotécnico. Sin embargo, cualquier otro tipo de información adicional suministrada (tipología y patologías de cimentaciones cercanas, estudios geotécnicos de la zona, relleno estructural para obras de urbanización, etc) resultará muy útil y de gran interés para el desarrollo, con mayor grado de detalle, del estudio geotécnico.

Los datos acerca de las obras los expresa el proyectista (contenidos en el proyecto) y los datos de zonificación del suelo están contemplados en el Mapa Geotécnico de la Región de Murcia incluido en el Anejo 1. De esta forma, cualquier técnico sea o no necesariamente experto en geotecnia puede deducir todos los datos necesarios para la aplicación de esta guía.

Al final del presente capítulo (Anexos A y B) se incluye la ficha de datos y fichas de planificación (anexo A) y unos cuadros-guía de planificación de cada zona geotécnica (anexo B) para el adecuado dimensionamiento de la campaña geotécnica (estas fichas y cuadros se recogen nuevamente en el Anejo 3). El procedimiento a seguir se esquematiza a continuación:

FICHA DE DATOS

(datos comunes)

A) Recogida de datos previos (edificio, promotor, arquitecto, solar, etc.).

B) Información de estructura (características de edificación, excavación máxima, uso, luces máximas, rellenos estimados, solución provisional de cimentación, cargas a transmitir, etc.).

C) Datos del terreno: nivel freático (si se conoce su presencia) y zona geotécnica, de las recogidas en el Mapa Geotécnico, en la que está incluida el solar.

FICHAS Y CUADROS-GUÍA DE PLANIFICACIÓN

(de cada zona geotécnica)

D1)Datos de entrada en cuadros-guía de planificación (número de plantas -

Categoría de edificio- y área de contacto del edificio con el terreno).

D2) Trabajos de campo (definición del número y profundidad de sondeos, penetrómetros, calicatas, toma de muestras inalteradas o ensayos SPT, etc.).

D3) Ensayos de laboratorio (definición del número de ensayos básicos, corte directo o triaxial, ensayos edométricos, ensayos de hinchamiento, análisis químico de suelos y agua freática, etc.).

De esta forma, quedan definidos los contenidos mínimos de la campaña geotécnica a efectuar para la realización del estudio geotécnico. Esta debe completarse con la elaboración de un presupuesto en base a la planificación prevista.

A continuación se incluye un esquema del procedimiento de aplicación de la guía.

Esquema de aplicación de la guía



Los trabajos deberán efectuarse de acuerdo al Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares (capítulo 3) y el informe geotécnico deberá contemplar los contenidos mínimos y los aspectos indicados en el apartado 3.3.

2.2. DATOS PREVIOS

2.1.1. Edificio, promotor y proyectista Corresponden a datos de la promoción y de los agentes implicados.

2.1.2. Solar Comprenden datos de información del solar y documentación que se debe aportar.

- 1) Plano de emplazamiento urbanístico y plano del solar (E 1:500 o mayor).
- 2) Superficie del solar (área -A- en m²).
- 3) Características, servicios y obstáculos del solar.
-Topografía, accesos, disponibilidad de agua, existencia de conducciones de agua, eléctricas, gas o telecomunicaciones, etc. (Resultan de interés para evaluar las dificultades de acceso y/o movimiento de la maquinaria de sondeos, para elegir los puntos de emplazamiento de la misma y para conocer si se dispone de agua para las perforaciones).
- 4) Datos complementarios (cota, tipología y patologías, en su caso, de cimentaciones próximas, espesor estimado de rellenos existentes -R-, etc.)

2.3. DATOS DE ESTRUCTURA Estos datos resultan básicos para la correcta planificación de la campaña geotécnica.

1) Número de plantas (n).- Corresponde al número máximo de plantas del edificio, incluyendo sótanos y áticos (a efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta).

2) Dimensiones del edificio: En edificios rectangulares, lado menor (B) y lado mayor (L) en metros. En edificios de geometría irregular, se recomienda estimar los lados «aproximados» del rectángulo equivalente (rectángulo con área similar al edificio y relación de lados L/ B menor).

3) Área de contacto con el terreno (S): Superficie de terreno ocupada por la proyección horizontal del edificio en m².

4) Excavación de sótanos y taludes: Se deberá indicar la altura o profundidad máxima de excavación de los taludes o sótanos previstos (Z) en metros.

5) Uso del edificio: Privado (viviendas) o público (hospitalario, docente, administrativo, espectáculos, centros comerciales, etc.).

6) Luces máximas (IM) de vigas y forjados entre soportes (metros).

En función del uso del edificio y las luces máximas se incrementa la valoración del nivel de riesgo del edificio y, a efectos de esta guía, se puede aumentar la categoría de edificio e intensidad de la campaña geotécnica (ver apartado 2.5.1.).

7) Datos complementarios Resultará de interés, para el desarrollo con mayor grado de detalle del estudio geotécnico, cualquier información adicional referida a la tipología estimada o esperada de cimentación, sus posibles dimensiones y profundidad o, en su defecto, el orden de magnitud de las cargas a nivel de cimentación (tensión máxima y mínima repartida del edificio sobre el terreno $-t/m^2-$, sin aplicar el coeficiente de mayoración, y cargas máximas y mínimas $-t-$ concentradas sobre soportes).

2.4. DATOS DEL TERRENO

1) Zona geotécnica: Observar el Mapa Geotécnico del Anejo 1 y localizar la zona geotécnica y tipo de suelo en el que se encuentra incluido el solar a investigar (en caso de que el solar se encuentre entre dos terrenos o muy próximo al límite entre ambos se tomará siempre las condiciones del terreno más desfavorable).

2) Nivel freático: Como información complementaria se indicará si se tiene algún conocimiento o referencia de la existencia y/o posición del nivel freático en áreas o solares próximos.

2.5. PLANIFICACIÓN DE CAMPAÑA DE INVESTIGACIÓN Una vez obtenidos y cumplimentados los datos comunes anteriores (Ficha de Datos), deberá completarse, con ayuda de los Cuadros-Guía de Planificación (Anexo B), los datos de dimensionamiento de la campaña geotécnica en las Fichas de Planificación (Anexo A) de la zona geotécnica concreta en la que se ubique el solar o edificio a investigar o, en su caso, en la Ficha de Aplicación Reducida.

A continuación se describen los criterios contemplados en esta guía para la planificación de los trabajos de campo y ensayos de laboratorio, indicando las particularidades de cada zona geotécnica:

2.5.1. DATOS DE PARTIDA

1) Número de plantas (n): Para la aplicación de esta guía se ha efectuado una clasificación aproximada de la categoría de edificio, siguiendo la NTE (1975), según se indica en la siguiente tabla:

Categoría de edificio	Descripción
E1	Edificios de 1 a 3 plantas (incluyendo sótanos y áticos).
E2	Edificios de 4 a 10 plantas (incluyendo sótanos y áticos)
E3	Edificios de 11 a 20 plantas

Notas:

*Los edificios de más de 20 plantas, estructuras singulares o de carácter monumental requerirán una investigación particularizada, conteniendo, al menos, los requisitos establecidos para edificios E3.

*A efectos del cómputo del número de plantas no se considerarán como tales aquellas que ocupen una superficie inferior al 30 % de la superficie media ocupada por planta.

En función del uso del edificio (público o privado) y las luces máximas (IM) se puede incrementar, debido al aumento de la valoración del nivel de riesgo, la categoría de edificio considerado.

Uso y luces máximas	Incremento de un nivel o Categoría de edificio
Uso público o luz máxima (IM) $\geq 7m$	SI
Uso privado y luz máxima (IM) $< 7m$	NO

A efectos prácticos, la diferenciación de edificios influye sobre la densidad, profundidad y grado de detalle del análisis geotécnico.

1) Área de contacto con el terreno (S): se consignará el valor de la superficie de terreno ocupada por la proyección horizontal del edificio en m² incluido en la Ficha de Datos. [En caso de edificaciones aisladas, cuya área urbanizada en relación a la superficie ocupada por las edificaciones sea muy extensa, se podrá contemplar, como criterio para la planificación de la campaña geotécnica, una distancia entre puntos de investigación no superior a 35 metros y al menos un punto de investigación por edificio, entrando en la columna correspondiente a la categoría de edificio y número de puntos de investigación obtenido. En estos casos, el porcentaje de sustitución de sondeos por calicatas y/ o penetrómetros podrá alcanzar un valor del 60 %].

2.5.2. TIPOS DE APLICACIÓN Una vez consignados los datos de partida indicados en el apartado anterior, estaremos en condiciones de entrar, en la columna correspondiente, en los cuadros-guía de planificación (anexo B) de cada zona geotécnica concreta (Aplicación Normal).

No obstante, y si se cumplen los requisitos o condiciones que se indican a continuación, podrá optarse por una Aplicación Reducida de la guía. Esta aplicación reducida estará particularizada al tipo de terreno en el que se ubique la estructura (Ficha de Aplicación Reducida- Anexo A).

Zona Geotécnica	Aplicación Reducida	Investigación Geotécnica Mínima Aplicación Reducida
Zona I (Rocas duras)	-Edificios E1 y E2 (cualquier superficie)	-Reconocimiento geológico que defina la continuidad estratigráfica del sustrato rocoso en una profundidad ≥ 3 metros por debajo de la cota de cimentación
Zona II (Rocas blandas)	-Edificios E1 (S ≤ 250 m ²)	-2 calicatas (profundidad de investigación ≥ 3 metros por debajo de la cota de cimentación)
Zona III (depósitos aluvio-coluviales)	-Viv. Unifamiliares de 1 o 2 plantas y S ≤ 150 m ² (máximo 1 planta de sótano)	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación ≥ 3 metros por debajo de la cota de cimentación) (1)
Zona IV (arcillas y margas con yeso)	-Viv. Unifamiliares de 1 o 2 plantas y S ≤ 150 m ² (máximo 1 planta de sótano)	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación ≥ 3 metros por debajo de la cota de cimentación)

Zona V (arcillas blandas y fangos)	-Viv. Unifamiliares de 1 planta y $S \leq 150 \text{ m}^2$	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación ≥ 3 metros por debajo de la cota de cimentación). -Toma de Muestra Inalterada. -Ensayos de resistencia y deformabilidad.
Zona VI (arenas litorales)	-Viv. Unifamiliares de 1 o 2 plantas y $S \leq 150 \text{ m}^2$ (máximo 1 planta de sótano)	-1 penetrómetro + 1 calicata (profundidad de investigación ≥ 3 metros por debajo de la cota de cimentación)
Zona VII (zonas especiales)	La planificación de la campaña geotécnica requerirá un tratamiento particularizado no recogido en la presente guía.	

En aquellos casos en los que, cumpliéndose los requisitos indicados en la tabla anterior, se opte por una Aplicación Reducida de la guía deberá confeccionarse un informe geotécnico que contemple, al menos, los siguientes aspectos:

- Referencia y situación de la obra.
- Descripción de trabajos geotécnicos o investigación geológica efectuada.
- Tipo de terrenos y continuidad lateral y vertical de los mismos.
- Muestras tomadas, resultados de los ensayos «in situ» y laboratorio.
- Cargas admisibles y asentos esperados para las tensiones de trabajo propuestas, riesgos geológicos, etc.
- Conclusiones claras al respecto de que, a la vista de las condiciones geológico-geotécnicas del subsuelo, no resulta necesario recurrir a la ejecución de sondeos mecánicos o Aplicación Normal de la Guía.
- Anejos varios (plano de situación y solar, fotografías panorámicas o de detalle, columnas litológicas de calicatas y/ o diagramas de penetración, etc.).

2.5.3. TRABAJOS DE CAMPO

1) Número de puntos de investigación (N): Se aplicará, en la zona geotécnica en la que se localiza el solar y, según el caso, el valor, mínimos indicados o el resultado de aplicar las expresiones (redondeando al número entero más próximo) contenidas en la columna correspondiente al área de contacto con el terreno y categoría de edificio.

2) Sondeos (Nsondeos): El número inicial de puntos de investigación podrá, según las zonas y conforme a los porcentajes de sustitución indicados en cada caso, sustituirse por penetrómetros o calicatas. Como resultado de esta sustitución resultará un número final

de sondeos.

3) Profundidad de sondeos (Ptotal): La profundidad de los sondeos se determinará conforme a las expresiones recogidas en la siguiente tabla:

PROFUNDIDAD TOTAL DE SONDEOS				
Categoría de Edificio	Zona V	Zona VI	Zonas I,	II, III y IV
Con rellenos superficiales o sótanos (R o Z>0)	Sin rellenos superficiales ni sótanos (R y Z=0)			
EDIFICIO E1	Capa competente o mínimo de 20 - Z/2	Capa competente o mínimo de 15 m.	Ptotal = Pmín (E1,E2) + máx (R o Z)- Z/3	Ptotal- Pmín (E1,E2)
EDIFICIO E2	C. Competente + 3 m. o mínimo de 25 m.	C. Competente+ 3 m. o mínimo de 20 m.		
EDIFICIO E3	C. Competente + 3 m. o mínimo de 35 m.	C. Competente+ 3 m. o mínimo de 30 m.	Ptotal= P.mín. (E3) + máximo (R o Z)	Ptotal = Pmín (E3)

Nota: La magnitud Z/3 corresponde a un factor corrector de profundidad debido a la compensación de cargas producida por la excavación y a la mejora «estimada» del terreno con la profundidad (Z: profundidad de excavación de sótanos).

4) Penetrómetros (Np): En las zonas geotécnicas I y II no se recomienda, debido a las dificultades de su ejecución o escasa utilidad, la realización de ensayos de penetración dinámica y en la zona IV se considera de mayor utilidad la excavación de calicatas. Por tanto, estos ensayos se contemplan, a efectos de esta guía, en las zonas geotécnicas III, V y VI. En estas dos últimas zonas, podrán sustituirse por ensayos de penetración estática (penetrómetros estáticos).

[Los penetrómetros, en caso de Aplicación Reducida en las Zonas III, IV, V y VI, se efectuarán con los requisitos o condicionantes indicados en el apartado 2.5.2]

[Los ensayos de penetración dinámica están especialmente indicados en terrenos granulares finos (arenas). El análisis y tratamiento de los golpes obtenidos en otros terrenos (limos, arcillas o gravas) deberá efectuarse con las reservas y precauciones debidas]

Los criterios para la planificación de penetraciones dinámicas se indican a continuación:

ZONA III- DEPOSITOS ALUVIO- COLUVIALES (1)				
---	--	--	--	--

Edificios E1 y E2	E1: 801-3.000 m ² E2: 601-3.000 m ²	-Sustitución de sondeos por penetrómetros en un porcentaje no superior al 50 % con un mínimo de dos sondeos.
> 3.000 m ²	Sustitución de sondeos por penetrómetros en un porcentaje no superior al 50 % con un mínimo de 3 sondeos.	
Edificios E3	Sustitución de sondeos por penetrómetros en un porcentaje no superior al 50 % con un mínimo de 3 sondeos.	

(*) En cualquier caso, la sustitución de sondeos por penetrómetros únicamente resultará válida cuando la profundidad alcanzada por los penetrómetros sea superior a tres metros por debajo de la cota de cimentación ($P_{\text{penetrómetro}} \geq P_{\text{cimentación}} + 3 \text{ m}$).

ZONA V (Arcillas blandas y fangos) y ZONA VI (Arenas litorales)

Se contemplará el resultado de aplicar las expresiones (redondeando al número entero más próximo) contenidas en la columna correspondiente al área de contacto y categoría de edificio, con los valores mínimos indicados en su caso.

[En caso de existir una capa de rellenos superficiales de cierta potencia, los ensayos de penetración pueden ser muy útiles para definir el límite o contacto rellenos-terreno natural].

1) Calicatas (Nc): En general, y si se conoce la existencia de rellenos o recubrimientos superficiales, es conveniente averiguar el espesor de dichos rellenos o echadizos mediante la realización de calicatas con retroexcavadora. El número de calicatas a excavar se deja a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico. A modo orientativo se aconseja efectuar una calicata cada 500 m², con un mínimo de dos.

En los casos de Aplicación Reducida de la Guía las calicatas constituyen, debido a su utilidad para detectar la presencia de recubrimientos superficiales o comprobar la continuidad estratigráfica lateral y/ o vertical del terreno, una de las técnicas de reconocimiento geotécnico mínimo indicadas o recomendadas.

En las zonas II (sustrato rocoso. Rocas blandas) y IV (arcillas y margas con yesos) se contempla la posible sustitución de hasta un 40 % del número inicial de sondeos por calicatas. Los criterios recogidos en la presente guía se indican a continuación:

ZONAS II Y IV	
Edificios E1 y E2	Sustitución de sondeos por calicatas en un porcentaje no superior al 40 % con un mínimo de 2 sondeos. *(En la zona IV si al efectuar la sustitución quedan menos de tres sondeos, deberá incrementarse en una calicata el número inicial de puntos de investigación).
Edificios E3	Sustitución de sondeos por calicatas en un porcentaje no superior al 40 % con un mínimo de 3 sondeos.

Esta sustitución resultará únicamente válida, a efectos de esta guía, cuando pueda observarse el suelo hasta tres metros por debajo de la cota de cimentación prevista.

Las calicatas deberán hacerse, conforme a las reglas de la buena práctica, en zonas o a profundidades tales que no alteren las propiedades geotécnicas de los terrenos que constituirán el apoyo de la cimentación. En todos los casos, y especialmente en calicatas excavadas en las zonas V y VI, deberán tomarse las precauciones y normas de seguridad debidas para asegurar la correcta estabilidad de las paredes y garantizar la no afección de zonas próximas.

1) Valores finales de puntos de investigación: Sondeos (Nsondeos), calicatas (Nc) y penetrómetros (Np). Se resumirán en este apartado el número total de sondeos, calicatas y penetrómetros obtenido, en cada caso, como resultado de aplicar las expresiones, criterios o porcentajes de sustitución indicados anteriormente.

2) Longitud total de sondeos (Lsondeos): Resultará de multiplicar el número final de sondeos por la profundidad total de sondeos ($L_{\text{sondeos}} = N_{\text{sondeos}} \times P_{\text{total}}$)

3) Muestras Inalteradas y Ensayos de penetración Estandar (S.P.T.): El intervalo de muestreo mínimo previsto es de una muestra (Inalterada o S.P.T.) cada 2,5 metros de sondeo, excepto en la zona geotécnica II (Sustrato rocoso-Rocas blandas) en la que se establece una frecuencia de muestreo de una muestra cada tres metros de sondeo y en la zona geotécnica I (sustrato rocoso-Rocas duras) en la que no se contempla la realización de este tipo de muestras.

El tipo de muestra (inalterada o S.P.T.) dependerá de la naturaleza del terreno. En terrenos granulares se efectuarán ensayos S.P.T. y en terrenos cohesivos predominantemente muestras inalteradas. En algunos terrenos (arcillas de consistencia dura, margas o rocas) se procederá al parafinado de trozos de testigo, convenientemente seleccionados, obtenidos durante la perforación.

4) Tubería piezométrica: Este apartado se contemplará, para la planificación de la campaña geotécnica, en el caso de que se sospeche que el nivel freático se sitúe a profundidades próximas a la futura cota cimentación o se estime que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas. En estos casos se colocará tubería piezométrica en al menos la mitad de los sondeos efectuados, con un mínimo de un sondeo y redondeado por defecto al número entero inferior. De esta forma, se podrán controlar y medir sus posibles variaciones.

2.5.4. ENSAYOS DE LABORATORIO La realización de cualquier ensayo de laboratorio incluye la extracción y/o preparación de la muestra conforme a la normativa correspondiente.

1) Conjunto de ensayos básicos: Se han englobado bajo este epígrafe a una serie de ensayos comunes que, en general, y a excepción del ensayo de resistencia a la compresión simple, corresponden a ensayos de identificación y estado del suelo.

Este conjunto de ensayos básicos comprende en muestras inalteradas (descripción visual, humedad natural, densidad aparente, granulometría por tamizado, límites de Atterberg y resistencia a la compresión simple) y en muestras de S.P.T. (descripción visual, humedad natural -opcional-, granulometría por tamizado y límites de Atterberg).

En terrenos de naturaleza rocosa (Zona I y testigos rocosos competentes de la Zona II), estos ensayos básicos corresponderían a descripción visual, densidad aparente y compresión simple en roca. Estos dos últimos se realizarán siempre que la calidad y longitud de los testigos lo permita.

Para su planificación se tomarán, según el caso y zona geotécnica que corresponda, el valor indicado, número mínimo o el resultado de aplicar las expresiones (redondeando al número entero más próximo) contenidas en la columna correspondiente al área de contacto con el terreno y categoría de edificio.

Como mínimo, e independientemente de los cuadros-guía de planificación, deberá ensayarse una muestra de cada estrato o nivel geotécnico afectado por la cimentación y los ensayos deberán distribuirse, a priori, con bastante uniformidad a lo largo de los sondeos.

2) Corte directo o ensayo triaxial: La realización de estos ensayos resultará preceptiva, a efectos de esta guía de mínimos, siempre que existan con anterioridad o se generen, debido a las actuaciones constructivas, taludes de desmonte o excavación de sótanos con alturas o profundidades superiores a cuatro metros o, en su caso, exista una pendiente topográfica mayor del 15 %. Las condiciones de estos ensayos, referidas a condiciones de consolidación o drenaje, se efectuarán según los criterios del Técnico responsable del estudio geotécnico.

Taludes o excavación de sótanos $Z > 4$ m Pendiente topográfica > 15 %	Nsondeos ≥ 4 o $Z \geq 9$ m. se realizarán dos ensayos
Nsondeos < 4 y $Z < 9$ m. se realizará un ensayo	
Taludes o excavación de sótanos $Z \leq 4$ m.	No obligatorios

En caso de rocas competentes, gravas o arenas, los parámetros resistentes obtenidos en estos ensayos podrán estimarse por medio de correlaciones empíricas basadas en el estado de fracturación del macizo rocoso (rocas) o ensayos S.P.T. (arenas y gravas).

1) Ensayos edométricos: Estos ensayos se realizarán en la zona V (arcillas blandas y fangos) y en arcillas medias o blandas (con resistencias a la compresión simple inferiores a 1 Kg/cm^2), incluidas en la zona III (depósitos aluvio-coluviales) y generalmente asociadas con la existencia de nivel freático a escasa profundidad. Los criterios mínimos contemplados en la presente guía se indican a continuación:

ZONA III ($Q_u < 1 \text{ Kp/cm}^2$)	
Nº de sondeos	Nº de ensayos edométricos
1 sondeo	1 ensayo edométrico
≥ 2 sondeos	1 ensayo cada dos sondeos (mínimo dos ensayos)
Zona V	
1 ensayo edométrico por sondeo (Edificios E2: mínimo 2 ensayos)	

1) Ensayos de hinchamiento: Estos ensayos tienen por objeto calificar y/o cuantificar los posibles cambios de volumen que pueden experimentar los suelos frente a cambios de humedad. En principio, para la planificación de la campaña geotécnica recogida en esta guía, sólo se ha contemplado la realización de estos ensayos en la zona geotécnica IV (Arcillas y margas con yesos) susceptible de presentar estos problemas. Sin embargo, el

técnico responsable del estudio geotécnico deberá proponer, en el transcurso de la investigación y en base a su experiencia geotécnica, su realización en otras zonas.

ZONA IV.- Arcillas y margas con yesos			
Nº de sondeos	Nº de ensayos	Tipo de ensayos	Profundidades
1 sondeo	2 ensayos	Ensayos de presión de hinchamiento en muestras inalteradas Ensayos Lambe en muestras alteradas o SPT	Inferiores a 5 m.
≥ 2 sondeos	1 ensayo por sondeo		

Nota: A efectos de su planificación se debe contemplar la mitad de ensayos de presión de hinchamiento y la otra mitad de ensayos Lambe.

1) Contenido en sulfatos: El contenido en sulfatos solubles se determinará en al menos una muestra por sondeo, con un mínimo de dos determinaciones, excepto en terrenos rocosos (Zona I) en los que se podrá realizar un único ensayo.

2) Análisis químico de agua freática: En el caso de que el nivel freático se sitúe a profundidades próximas a la futura cota cimentación o se estime, a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico, que las oscilaciones del mismo o el ascenso por capilaridad del agua freática pueda alcanzar dichas profundidades o cotas, se efectuará un análisis químico del agua freática que contemple los criterios y parámetros indicados en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE).

Por último indicar que, en los cuadros-guía y fichas de planificación, no se han incluido algunos ensayos (granulometrías por sedimentación, peso específico de partículas, ensayo de colapso, contenido en materia orgánica o carbonatos, etc.) cuya realización, debido a sus particularidades o escasa representatividad, dejamos a criterio del Técnico responsable del estudio geotécnico.

Al final del Anexo A y Anejo 3 se incluye una ficha justificativa de aplicación de la campaña geotécnica contemplada en la presente guía. En dicha ficha deben de recogerse las unidades o mediciones de trabajos o ensayos realmente ejecutados y, en el caso de que estas unidades sean inferiores a las indicadas en la guía, se deberá aportar una justificación razonada de las decisiones o soluciones adoptadas.

2.6. TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO GEOTÉCNICO La ejecución completa de un estudio geotécnico puede subdividirse en tres etapas, en general consecutivas, aunque en ocasiones (grandes campañas) pueden solaparse parcialmente los trabajos de las distintas etapas (trabajos de campo, ensayos de laboratorio y trabajos de gabinete).

A continuación se indican las duraciones aproximadas de las distintas técnicas de reconocimiento, ensayos o etapas de un estudio geotécnico.

	Tipo de ensayo	Tiempo de ejecución
--	----------------	---------------------

		estimado
TRABAJOS DE CAMPO	Sondeos	1 semana: 40-50 m.l. de sondeo
Penetrómetros	1 día: 2-3 penetrómetros	
Calicatas	1 día: 8-10 calicatas	
ENSAYOS DE LABORATORIO	Ensayos básicos	3-4 días: 10 ensayos
Corte directo o ensayo triaxial	1 semana: 1 ensayo	
Ensayos edométricos	2 semanas: 1 ensayo	
Ensayos químicos	2-3 días: 1 ensayo	
TRABAJOS DE GABINETE	Tiempo medio de ejecución de trabajos de campo y ensayos de laboratorio ($T_g = T_{campo} + Elab/2$)	

En los estudios geotécnicos más habituales, con un número total no superior a cinco puntos de investigación, pueden estimarse los siguientes tiempos de ejecución para las distintas etapas:

TIEMPO DE DURACIÓN ESTUDIO GEOTÉCNICO- $N \leq 5$		
T. CAMPO	ENSAYOS DE LABORATORIO	T. GABINETE
1 semana	Con ensayos edométricos: 2 semanas	1 semana
Sin ensayos edométricos: 1 semana		

Por tanto, el tiempo mínimo para un estudio geotécnico de estas características (4-5 puntos de investigación y sin ensayos edométricos) se estima en unas tres semanas. Si además incluye la realización de ensayos edométricos (Zona V y algunos lugares de la Zona III) debe preverse una duración de unas cuatro semanas.

[Los tiempos y duraciones indicadas en los párrafos anteriores corresponden a los mínimos ideales; es decir, suponiendo una disponibilidad inmediata de maquinaria de sondeos, equipos y personal de laboratorio. La duración total del estudio geotécnico dependerá, por tanto, del grado de disponibilidad y/o ocupación de los equipos de sondeo y laboratorio].

En campañas geotécnicas de más importancia deberá consultarse o llegar a un acuerdo con la empresa geotécnica encargada de los trabajos. En todo caso, y teniendo en cuenta que pueden solaparse parcialmente los trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se considera, a título orientativo, que un mes y medio (seis semanas) es un plazo razonable en la mayoría de los casos.

En zonas geotécnicas especiales (Zona VII) o en cálculos muy laboriosos deben preverse, debido al empleo de técnicas especiales o complejidad de cálculos, unos márgenes de tiempo adicionales.

ANEXO A.- FICHA DE DATOS Y FICHAS DE PLANIFICACIÓN

FICHA DE DATOS Y FICHAS DE PLANIFICACIÓN

