



Laboratorio
inscrito en el Reg.
Gral. Laboratorios
M^o de Vivienda,
N^o de Reg. LECCE
AND-L-083
(R.D. 410/2010)

GEOtema

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS · GEOLOGÍA



RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

**INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA DE MALAGA
AYUNTAMIENTO DE MALAGA**

**EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS DE V.P.O.
C/ ZURBARÁN Nº 25
MÁLAGA (MÁLAGA)**

INDICE

1. CONDICIONES PRELIMINARES.....	4
2. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DEL SOLAR.....	5
3. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADOS.....	7
3.1. TRABAJOS DE CAMPO (con maquinaria geotécnica especializada).....	7
3.1.1. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN.....	9
3.1.2. PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS S.P.T.....	10
3.1.3. LA TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS.....	11
3.1.4. ENSAYOS DE PENETRACION DINÁMICA TIPO “DPSH”.....	12
3.1.5. MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO	13
3.2. TRABAJOS DE LABORATORIO.....	14
4. INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO.....	15
4.1. ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL.....	15
4.2. NIVELES GEOTÉCNICOS (caracterización estratigráfica-geomecánica).....	19
4.3. CARACTERÍSTICAS SISMORRESISTENTES DE LA ZONA.....	28
4.4. AGRESIVIDAD (ambiente de exposición y hormigón recomendable para cimentaciones)	32
4.5. ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN.....	34
4.6. EXCAVACIÓN DEL NIVEL 1.....	44
5. RECOMENDACIONES GENERALES.....	46
6. ANEXOS.....	49
6.1. CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS	
6.2. PERFIL GEOLÓGICO DE LA PARCELA	
6.3. ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA	
6.4. ACTAS DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN	
6.5. ACTA DE CALICATA MANUAL PARA DESCUBRIR CIMENTACIÓN ANEXA	
6.6. REPORTAJE FOTOGRÁFICO	
6.7. ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	

RESUMEN DATOS GEOTÉCNICOS PARA PROYECTO

Generalidades:

EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS PROTEGIDAS

Promotor

**INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA. EXCELENTÍSIMO
AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA**

 Número de
Sondeos:

2 sondeos a rotación.
1 sondeos de penetración dinámica tipo DPSH-A
1 calicata para descubrir cimentación anexa

 Descripción de
los terrenos:

De 0,00 m a 0,80-1,00 m: Suelo de alteración.
Desde 0,80-1,00 m a entre 4,00-7,00 m: Depósitos aluviales de edad Cuaternario. Arcilla arenosa de tonos marrones claros.
Desde 4,00-7,00 m hasta 12,00 m. donde finalizan los ensayos de campo: Margas de tonos grises muy oscuros.
*Estrato previsto
para cimentar*
**DEPÓSITOS ALUVIALES DE EDAD CUATERNARIO.
ARCILLA ARENOSA DE TONOS MARRONES
(NIVEL GEOTÉCNICO 2)**
Nivel freático
4,50 m respecto cota ensayos

 Resumen
parámetros
geotécnicos:

*Soluciones de
cimentación*
**• Losa de hormigón supliendo el desnivel excavado
al eliminar el nivel de rellenos mediante una mejora
geotécnica de material granular.**
Q. adm: 0,99 Kg/cm²
*Coeficiente de
Balasto K₃₀*
3,00 Kp/cm³
*Coeficiente
sísmico C*
1,37
*Hormigón
recomendable*
Ordinario

1.- CONDICIONES PRELIMINARES

GEOTEMA S.L. realiza el presente estudio geotécnico a petición del **INSTITUTO MUNICIPAL DE LA VIVIENDA, EXCELENTÍSIMO AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA** con el fin de caracterizar geotécnicamente el terreno que ha de sustentar la cimentación de un edificio de 8 viviendas protegidas, en C/ Zurbarrán nº 25, perteneciente al término municipal de la ciudad de Málaga, provincia de Málaga.

Se incluyen además en este informe los datos que han de servir para establecer las soluciones de cimentación más acordes con el proyecto previsto, en base a los trabajos y estudios geotécnicos realizados.

Las conclusiones a las que se llega en este informe, constituyen una extrapolación al conjunto de la parcela deducida de ensayos puntuales, representativos del estado actual del terreno en la época de ejecución de los ensayos, pudiendo existir variaciones de carácter antrópico a posteriori que modifiquen las condiciones del subsuelo.

Para la realización de los trabajos de campo, de laboratorio y de redacción del informe, se han seguido una serie de pautas que enumeramos de forma muy somera:

1. A partir de los datos que suministra el cliente sobre la futura actuación constructiva, se elabora un presupuesto sobre la campaña geotécnica requerida para el conocimiento de las propiedades del subsuelo.
2. Una vez elaborado el presupuesto, comienza la primera fase del estudio de trabajos de campo, reconociendo sobre el terreno cualquier dato de interés para la elaboración del futuro informe, labor realizada por técnico especialista (geólogo). A su vez se hace la distribución y realización de los diferentes ensayos geotécnicos, sondeos, penetros, etc, sobre el terreno, atendiendo a la implantación de las futuras construcciones y a las cargas esperadas.
3. La segunda fase del estudio comienza con los ensayos de laboratorio complementándose la información geotécnica recogida en el campo, con los datos de laboratorio.
4. La última fase del estudio comprende a la redacción de la memoria en la que se integran todos los datos del estudio, se definen los niveles geotécnicos existentes, y se efectúan recomendaciones de cimentación de acuerdo al proyecto.

2.- LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS DE LA PARCELA.

La parcela de estudio se encuentra en C/ Zurbarrán nº 25, perteneciente al término municipal de la ciudad de Málaga, provincia de Málaga.

Se trata de una parcela de morfología rectangular con una superficie de 152 m² según datos catastrales, que actualmente se encuentra prácticamente llana.

Las características más destacables de la parcela son:

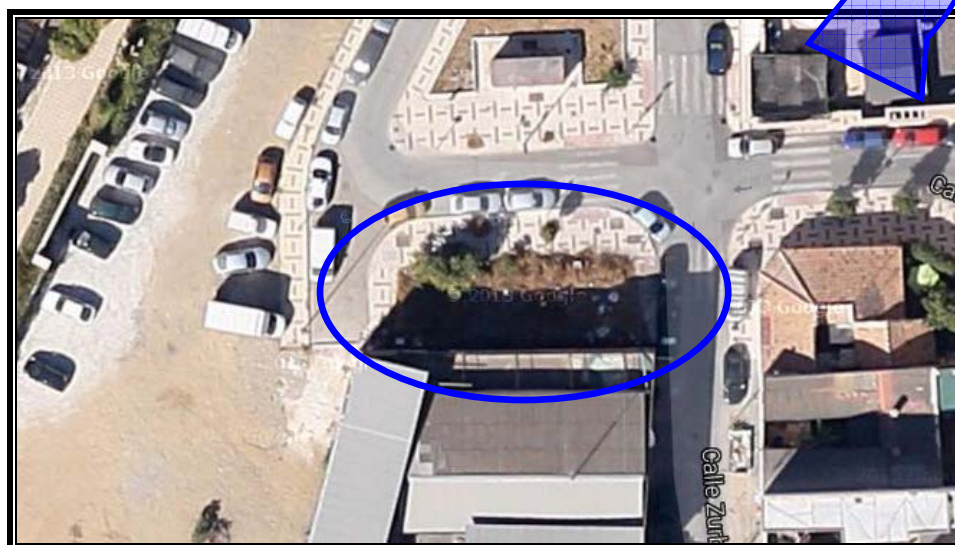
- Parcela de topografía regular y forma rectangular y topografía llana.
- Se detecta una capa/nivel de suelo de alteración y/o relleno con un espesor máximo de 1,00 m.
- En superficie se reconoce una capa de gravilla artificial vertida para el aparcamiento de los vehículos.
- No se detecta en superficie ninguna zona encharcada ni rezume de agua.
- Se detecta nivel freático a una profundidad de 4,50-6,00 m. en a los ensayos de campo realizados en la parcela de estudio.
- Actualmente la parcela está siendo usada como aparcamiento de coches.
- La parcela presenta una orientación W-E.
- La parcela de estudio limita en todos sus márgenes con C/ Zurbarrán, excepto en su margen N que limitan con una nave industrial.



Situación de la parcela



Foto aérea de localización de la parcela



3.- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA REALIZADOS

Las investigaciones in situ constituyen la parte esencial de los estudios geológico-geotécnicos necesarios para el proyecto y construcción de cualquier obra civil. De ellos se obtienen los parámetros y propiedades que definen las condiciones del terreno donde se realizarán los proyectos constructivos, cimentaciones, excavaciones, etc.

Los trabajos de campo realizados para el reconocimiento del subsuelo de este solar han consistido en la ejecución de los siguientes ensayos:

	CANTIDAD	PROFUNDIDAD
ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA “DPSH”	DPSH-1	10,00 m
SONDEOS GEOTECNICOS A ROTACIÓN	S-1	12,00 m
	M.I.	M.I.-1 2,50-3,05 m.
	S.P.T.	S.P.T.-1 4,20-4,85 m
		S.P.T.-2 7,20-7,85 m.
		S.P.T.-3 10,20-10,85 m
	S-2	12,00 m
	M.I.	M.I.-1 2,40-3,00 m.
	S.P.T.	S.P.T.-1 5,80-6,25 m
		S.P.T.-2 8,80-9,25 m.
		S.P.T.-3 11,40-11,85 m
CALICATA MANUAL PARA DESCUBRIR CIMENTACIÓN ANEXA	C-1	

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con maquinaria y personal especializado, siguiendo pautas y procedimientos normalizados, siempre bajo control y supervisión de un profesional técnico.

El objetivo general de las investigaciones in situ es conocer y cuantificar las condiciones del terreno que puedan afectar a la viabilidad, diseño y construcción de una obra o estructura. En función de la dimensión y naturaleza del proyecto los estudios geológico-geotécnicos y por tanto las investigaciones, deberían alcanzar los siguientes objetivos:

- Establecer la viabilidad del lugar o emplazamiento en función de las condiciones geológicas, geotécnicas y geoambientales.
- Seleccionar los emplazamientos más favorables bajo las citadas condiciones.
- Identificar los problemas de inestabilidad del terreno y los riesgos geológicos.
- Determinar las propiedades geotécnicas necesarias para el diseño y construcción de las estructuras.

Los resultados de las investigaciones in situ representan un punto crítico para la estimación del coste de un proyecto constructivo. Una parte sustancial, frecuentemente más de la mitad, de los incrementos de coste en la obra civil se debe a la insuficiencia de investigaciones en los estudios geológico-geotécnicos, estimándose que al menos un tercio de los proyectos sufren demoras por esta causa, destacando la inadecuada planificación de las investigaciones geotécnicas y la correcta interpretación de las mismas.

Por otro lado existe una predisposición a considerar no rentable la inversión en investigaciones in situ, dedicándose en general presupuestos insuficientes. De aquí la incertidumbre a la que se llega a la construcción y los sobrecostes y demoras en la misma.

No hay reglas definidas para estimar cual debe ser el presupuesto adecuado para investigaciones geotécnicas, ya que cada proyecto tiene sus particularidades, dependiendo no solo del tipo y magnitud de la obra, sino de la complejidad de las condiciones geológicas en las que se desarrolla y sus incidencias durante la construcción. De forma orientativa, para obras importantes el presupuesto debería ser del 15-20 % del coste del proyecto, y del orden del 10 % o inferior para proyectos menos importantes. Si la complejidad geológica y su incidencia en obra, es alta, los anteriores porcentajes pueden verse superados.

Seguidamente pasamos a describir el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados:

3.1.1- PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE SONDEOS GEOTÉCNICOS A ROTACIÓN

Un sondeo mecánico a rotación es una perforación del terreno de pequeño diámetro (65-140mm) cuya finalidad es obtener información sobre los materiales o rocas que subyacen en ese punto.

Durante la ejecución de la perforación, la extracción del testigo se alterna con la ejecución de ensayos geotécnicos como la toma de muestras inalteradas o ensayos de penetración estándar “SPT”.



Las sondas son maquinarias de motricidad autónoma o más generalmente montadas sobre camión, cuyo funcionamiento generalmente es de tipo hidráulico, encontrándose constituida por un grupo generador (o toma de fuerza), una torre con una cabeza de rotación y una bomba de lodos para refrigeración de las coronas de corte. Adicionalmente cuentan con sistemas manuales o automáticos para la ejecución de ensayos de penetración y del material auxiliar para la perforación.

De los elementos auxiliares cabe destacar la batería de perforación, como un tubo hueco donde se aloja el testigo de suelo que es cortado por una corona de widia o diamante enroscada en el extremo inferior de la batería. En la parte superior de la misma va enroscado el varillaje, generalmente de 42 o 50 mm (hueco), para permitir que pase el agua proveniente de la bomba.

Para evitar desprendimientos del terreno en el interior del sondeo durante la ejecución de las distintas maniobras, suele procederse al revestimiento del mismo con tubería apropiada o se inyectan aditivos estabilizadores como polímeros o lodos bentoníticos.

3.1.2- PROCEDIMIENTO PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS S.P.T.

Para determinar el grado de resistencia del suelo que se va atravesando en la perforación del sondeo mecánico, se dispone del dispositivo de golpeo SPT, con el que se obtienen unos valores que se encuentran perfectamente normalizados (UNE 103800/92)

Antes de ejecutar el ensayo se debe proceder a la limpieza del fondo de la perforación procediendo seguidamente a la sustitución de la batería de perforación por un tomamuestras bipartido cuyo extremo inferior se dota de una “zapata” afilada que cortando al suelo lo introduce dentro de este tomamuestras de pequeño diámetro (51 mm de diámetro exterior y 35 mm de diámetro interior). Cuando los materiales atravesados son de naturaleza granular, grosera o rocosa, la obtención de una muestra con este ensayo es imposible. En estos casos, para realizar el ensayo se dispone de una puntaza cónica normalizada (puntaza ciega) que permite una correlación en la serie de golpes.

El número de golpes es de hasta 150 veces y pretende bajar o clavarse hasta 45 cm considerados en 3 tramos de 15 cm, 50 golpes como máximo por cada tramo de 15 cm. Más de 50 golpes en un tramo significa el rechazo y el ensayo se da por terminado.

El valor considerable de penetración para el S.P.T. es la suma de los golpes necesarios para atravesar los dos últimos tramos (N_{SPT}), considerándose despreciables los valores del primer tramo que se entiende como penetración de asiento. En el caso en el que el ensayo se realice con una puntaza ciega, normalmente en terreno granulares gruesos, el valor “N” obtenido, se denomina N_{SPB} , el cual debe correlacionarse para la obtención de N_{SPT} .

Cuando se llega a los 50 golpes y no se han llegado a penetrar los 15 cm se habla de “Rechazo” = “R”.

Para la interpretación de los resultados de estos ensayos existen diferentes correlaciones con q_u establecidas por diferentes autores.

CLASIFICACION DE SANGLERAT (1.967), HUNT (1.984)			
SUELOS COHESIVOS		SUELOS GRANULARES	
Nº GOLPES / 30 cm	CONSISTENCIA	Nº GOLPES / 30 cm	COMPACIDAD
0-2	Muy blanda	0-4	Muy suelta
3-5	Blanda	4-10	Suelta
6-15	Media	10-30	Media
16-25	Firme	30-50	Compacta
> 25	Dura	> 50	Muy compacta

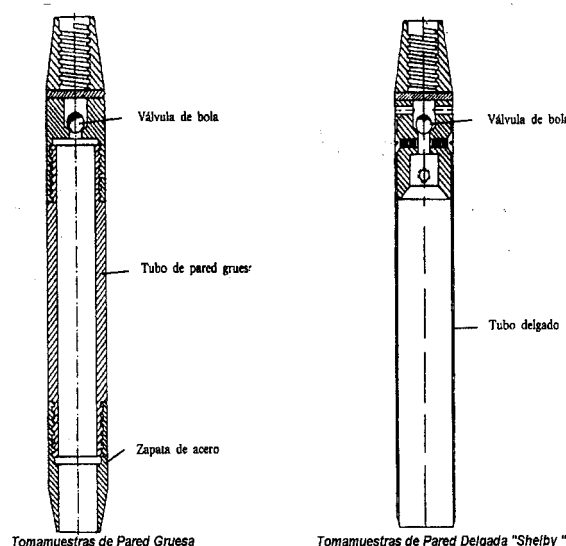
3.1.3.- LA TOMA DE MUESTRAS INALTERADAS

Para la caracterización geotécnica de los suelos atravesados es imprescindible disponer de muestras del suelo cuya alteración físico-química sea lo menor posible. En esta posible alteración influyen condicionantes como la manipulación, el transporte y tratamiento posterior en el laboratorio donde se van a realizar los ensayos geomecánicos necesarios para la definición del problema geotécnico planteado.

Las muestras inalteradas se pueden obtener a percusión, a presión, o a rotación. En el primer caso, se trata de un ensayo parecido al S.P.T., con la diferencia de que el tomamuestras empleado es del tipo GMPV de pared gruesa, de mayor sección que el del S.P.T., diseñado especialmente para que la muestra se recupere en el interior de un tubo de plástico que cerrado herméticamente con tapas de goma, mantenga inalterada largo tiempo las propiedades del suelo.

Al igual que en el ensayo S.P.T., sólo se contabiliza los golpes necesarios para penetrar 30 cm, después de haber desechado los primeros 15 cm. Al número obtenido, se le denomina N_i , para diferenciarlo del ensayo Standard. También se pueden obtener muestras inalteradas con el tomamuestras anterior, introducido a presión.

Para suelos de consistencia dura y rocas donde el tomamuestras no es capaz de penetrar, se obtienen testigos de la perforación que, inmediatamente después de su extracción son parafinados conservando de esta manera sus características físico-químicas inalteradas.



3.1.4- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA SUPERPESADA “DPSH”

El ensayo de Penetración Dinámica Superpesada o “DPSH” se rige por la normativa UNE 103-801-94. Dicho ensayo no permite un reconocimiento directo de los materiales atravesados. Sin embargo, este ensayo permite conocer de manera muy aproximada y a través de correlaciones habituales los parámetros resistentes del suelo en un registro continuo.

Por si solos estos ensayos no permiten definir problemas geotécnicos, pero contrastados y correlacionados con sondeos y/o calicatas permiten acotar capas geotécnicamente diferentes, siendo muy interesantes para definir planos de cimentación que previamente han sido identificados con muestras procedentes de los ensayos de reconocimiento directo.

El comúnmente denominado “DPSH-B”, es un ensayo de penetración dinámica continuo que consiste en la hinca de una puntaza de 50,5 mm de diámetro acoplada a un varillaje de 33 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63.6 kg que cae desde una altura de 76 cm impactando sobre una cabeza o “yunque” rígidamente unido al varillaje.



La resistencia a la penetración se define como el nº de golpes requerido para hacer avanzar el penetrómetro una longitud de 20 cm. designándose a este valor como N_{20} , representándose los resultados en gráficos que reflejan los diferentes golpes obtenidos en función de la profundidad. El ensayo se da por terminado cuando se alcanza el rechazo®, que fijamos en un valor de $N_{20} = 100$ golpes.

El registro continuo del terreno tiene la ventaja de detectar con claridad capas blandas o duras y de correlacionar a los diferentes niveles en base a similitudes del golpeo.

Los ensayos de penetración dinámica pueden presentarse en forma de resistencia dinámica o capacidad de carga del suelo según diferentes métodos o formulaciones, entre los cuales, los más comunes son los de los holandeses Hiley, Buison, Achutegui.

CARACTERÍSTICAS DEL DPSH-B			
CAIDA	PESO	PUNTAZA	VARILLAJE
0,76 mm±10mm	63.5 kg±0,5 kg	Ø 50,5 mm	33 mm± 2 mm

3.1.5- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO

El nivel freático es un valor que no debe considerarse estable, ya que se encuentra condicionado por múltiples factores como el régimen hidrológico de precipitaciones, los aportes y extracciones artificiales (riegos y bombeos), etc, pudiendo ofrecer grandes oscilaciones en el tiempo que pueden o no repetirse anualmente.

No obstante y dada la importancia de este factor cuando se realiza un ensayo geotécnico, se presta la mayor atención posible a su acotación, debiéndose entender que la misma se refiere a la fecha de medición, pudiendo dar lugar a oscilaciones.

Para delimitar la cota del nivel freático se instalan tuberías piezométricas de PVC ranurado en sondeos o se dejan abiertas las calicatas durante un tiempo prudencial.

Cuando el espacio temporal ocurrido entre la ejecución de los ensayos y la emisión del informe permite realizar una o varias campañas piezométricas, se pueden observar las evoluciones de este nivel.

La campaña piezométrica realizada para la elaboración de este informe ha constado de las siguientes medidas:

ENSAYO	FECHA	NIVEL FREÁTICO (m)
S-1	16/07/2015	- 4,50 m.
S-2	17/07/2015	- 4,50 m.
P-1	17/07/2015	- 4,50 m.

Estos niveles no deben considerarse estables, por ello es recomendable realizar por parte de la dirección facultativa o la propiedad, una nueva medida de los niveles antes de comenzar los trabajos de excavación para la posterior ejecución de la cimentación.

3.2.- TRABAJOS DE LABORATORIO (Ensayos de caracterización).

La caracterización geotécnica y geomecánica de las muestras de suelos y rocas se define a través del complemento que suministran los ensayos de laboratorio.

A no ser que el cliente solicite una información muy determinada, la programación de estos ensayos dispone de una supervisión técnica especializada que define lo más apropiado para cada tipo de suelo y para cada problema planteado.

Para la solución de este informe geotécnico y emisión de las pertinentes recomendaciones, se han tomado los resultados de ensayos realizados en parcelas próximas a la parcela en estudio dentro de la misma unidad geotécnica. Seguidamente se enumeran junto con la normativa correspondiente a su procedimiento de ejecución:

ENSAYOS DE LABORATORIO	NUMERO DE ENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103105/95)	1
Determinación de Límites de Atterberg (UNE 103103/94 y 103104/94)	1
Determinación de Sulfatos solubles en Suelos (UNE 103201/96)	1
Presión de Hinchamiento (UNE 103602/96)	1

4.- INFORME GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

En este apartado se hace una detallada descripción de los materiales atravesados tanto desde el punto de vista geotécnico como geológico, disponiéndose de un encuadre geológico que de manera general caracteriza a la zona.

Para la elaboración de este apartado se contemplan y reúnen todos los ensayos realizados (de campo y laboratorio). Además se cuenta con los mapas e informaciones bibliográficas disponibles de la zona (mapas de riegos, mapas geológicos,...).

4.1.- ENCUADRE GEOLÓGICO GENERAL

La parcela origen del estudio se encuentra en el margen sur de las Cordilleras Béticas, correspondiente al Dominio Bético (Zonas Internas).

Se encuentra ubicada cerca del límite entre las Zonas Externas y las Internas, en la parte centro-occidental de la Cordillera, estando representadas en ella formaciones de la zona Subbética media y otras más meridionales, además de algunos rellenos postorogénicos.

La mayor parte de la hoja está ocupada por materiales Maláguides con edades comprendidas entre el Precámbrico y el Eoceno Inferior. Se caracterizan mayormente como materiales metamórficos (filitas, grauvacas...), observándose al mismo tiempo niveles calizos, arenosos y arcillosos.

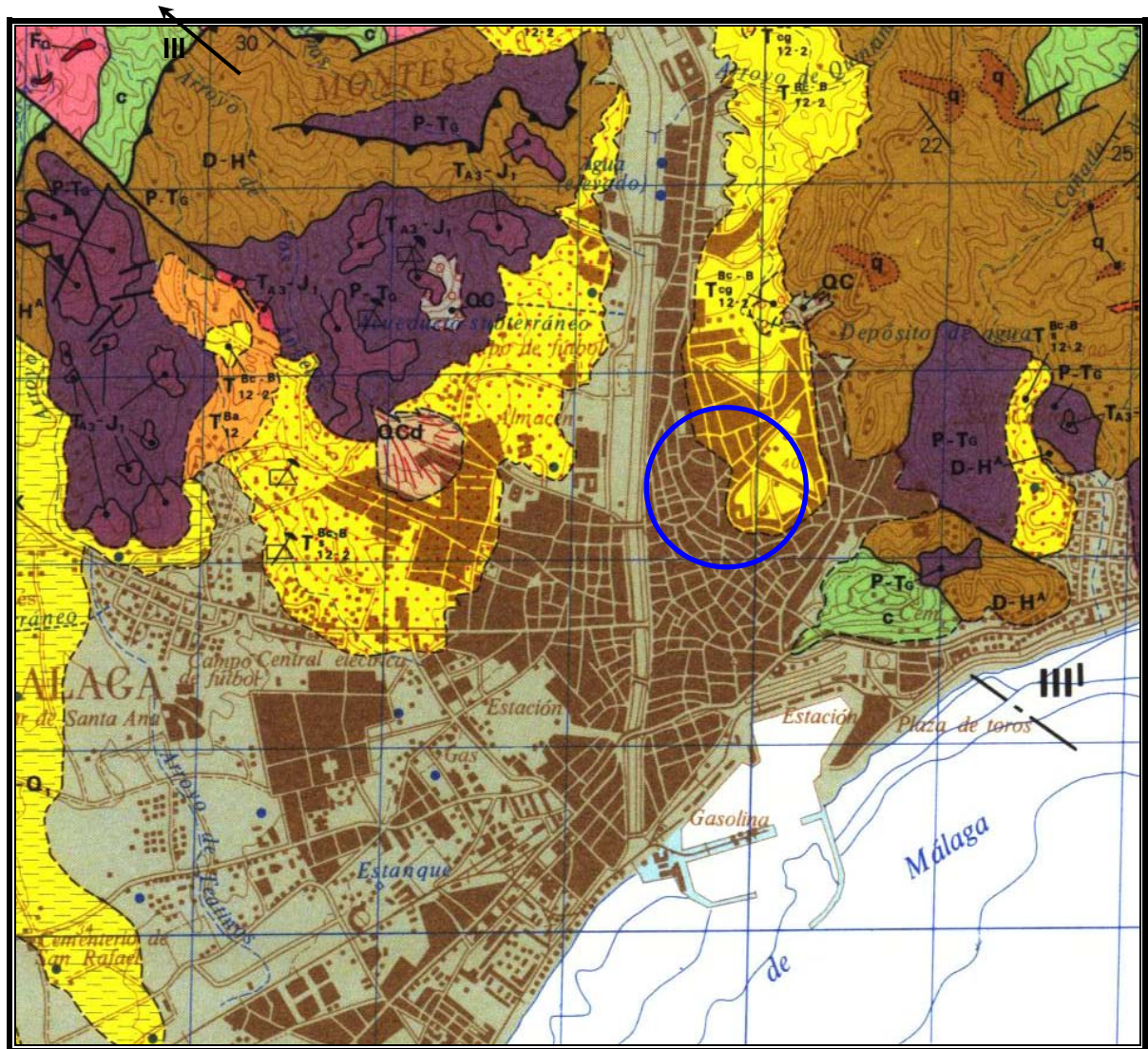
Las formaciones postorogénicas alcanzan un gran desarrollo y ocupan el extremo inferior derecho de la hoja de Málaga, son designadas como sedimentos post-mantos y comprenden edades entre el Mioceno y el Cuaternario con naturaleza predominantemente detrítica.

En la parcela estudiada aflora un conjunto de arenas, arcillas y limos de tonos marrones a grises azulados. Este conjunto litológico correspondería a las formaciones que forman parte de los Sedimentos Post-mantos. Diferenciando dentro de ellos materiales aluviales del Cuaternario, y sedimentos Mio-Pliocenos.

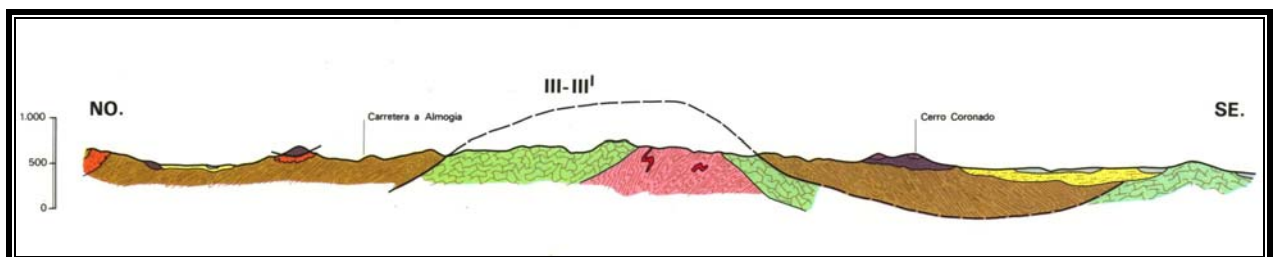
Los materiales aluviales recientes, proceden del drenaje de relieves circundantes. El aparato fluvial de la región consta de una serie de ramblas que desembocan perpendicularmente en la costa, en ellas se distinguen lechos de inundación y algunas terrazas.

Bajo estos, se reconocen los materiales Mio-Pliocenos, situados en la llanura costera, siendo estos sedimentos marinos con abundante fauna. Litológicamente se pueden distinguir arcillas y/o margas, arenas y conglomerados, situándose en la base las arcillas y a techo las areniscas, mientras que los conglomerados se encuentran indentados con el resto de los materiales.

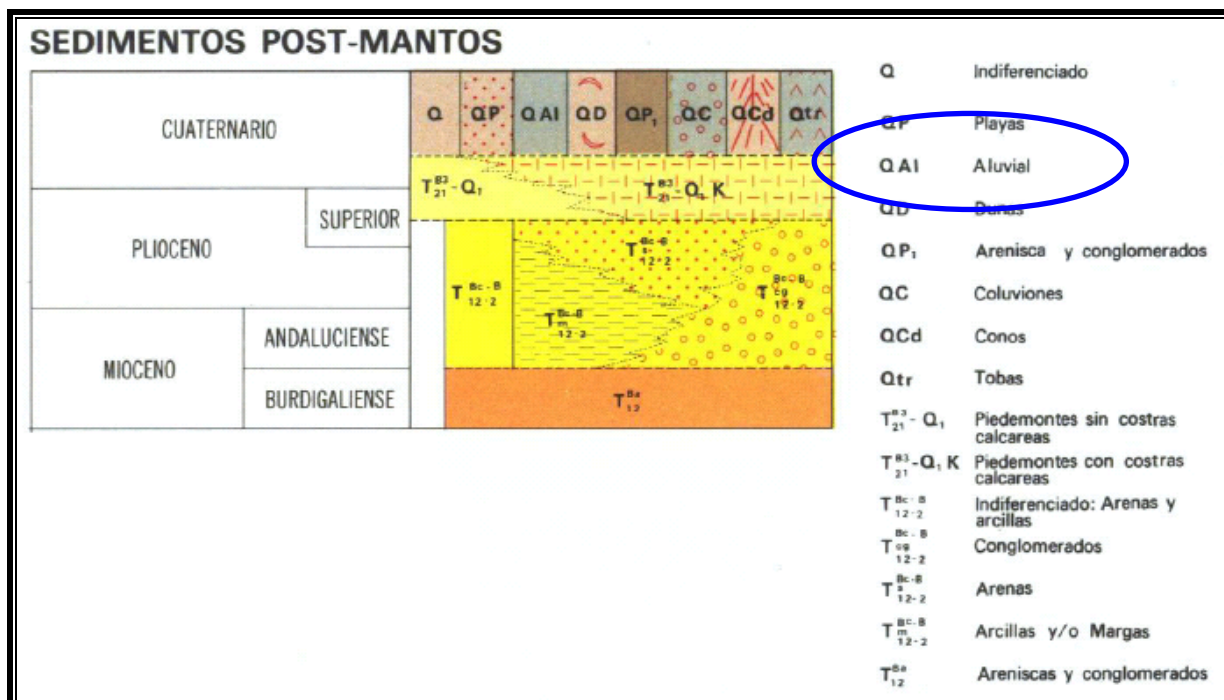
A continuación se muestra un extracto de la hoja de Málaga/Torremolinos, 1.053/1.067, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 y corte geológico del mismo, publicado por el Instituto Geológico y Minero de España:



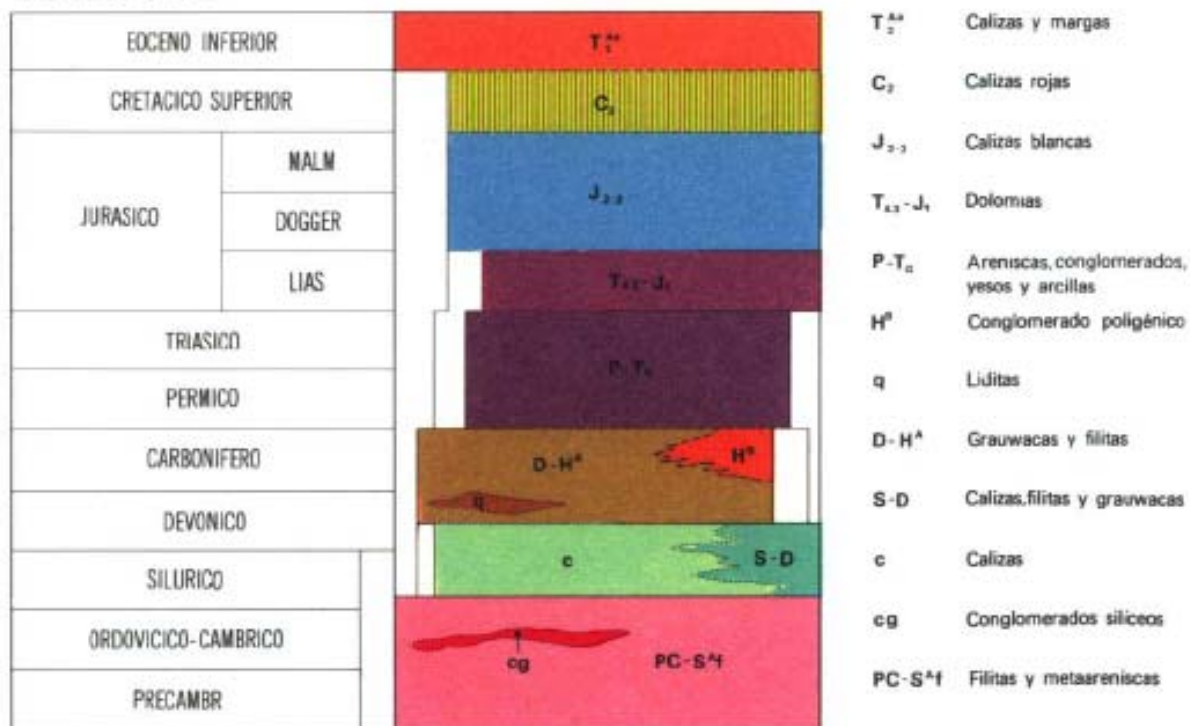
Localización geológica y corte geológico III-III'



A continuación se muestra un extracto de la leyenda de la hoja de Málaga/Torremolinos, 1.053/1.067, del Mapa Geológico de España escala 1/50.000 publicado por el Instituto Geológico y Minero de España, a fin de poder reconocer los materiales representados en el mapa:



MALAGUIDE



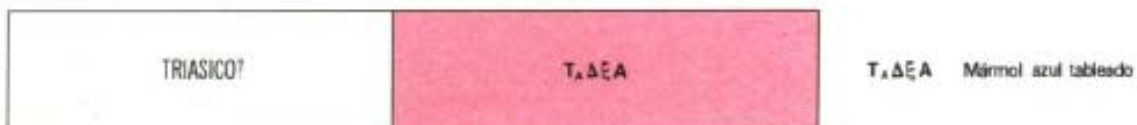
UNIDAD DE BENAMOCARRA



ALPUJARRIDE



UNIDAD DE BLANCA



4.2.- NIVELES GEOTÉCNICOS (Caracterización estratigráfica – geomecánica).

Con las investigaciones geotécnicas realizadas se definen unos niveles estratigráficos - geotécnicos cuya caracterización y posición se define seguidamente siguiendo el criterio de comenzar por los más superficiales y finalizar por los más profundos reconocidos a través de los reconocimientos directos disponibles.

Es de considerar en este apartado que la acotación y diferenciación de los diferentes niveles responden a criterios geotécnicos que en cada caso se definen atendiendo a su naturaleza, granulometría, plasticidad, coloración, componentes minerales, parámetros resistentes o cualquier otra característica que desde el punto de vista geotécnico se considere diferenciador o agrupante.

NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN O SUELO EDÁFICO.

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	COORDENADAS		COTA (m.s.n.m.)	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
	X	Y				
S-1	373.486	4.066.298	43,72	De 0,00	a 0,80	0,80
S-2	373.461	4.066.297	43,92	De 0,00	a 0,80	0,80
P-1	373.467	4.066.276	43,88	De 0,00	a 1,00	1,00

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que éste relleno y/o suelo de alteración aparece desde una profundidad de techo de 0,00 m hasta una profundidad de base de entre 0,80-1,00 m. Estas cotas están medidas desde el punto de realización del ensayo, cota actual de la superficie de la parcela.

Descripción del nivel.

Con los reconocimientos organolépticos y desde el punto de vista identificativo, este nivel ha sido reconocido como un suelo de alteración o suelo edáfico arcilloso de tonos marrones claros algo ocre. Se reconoce la presencia de raíces, algo de arena y precipitados blanquecinos.

Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad.

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos “in situ” de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con q_u .

Los ensayos de penetración Dinámica también nos permiten valorar la consistencia de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente consistencia dentro del mismo nivel.

De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados:

Nº. Penetros	Nivel 1	
	Prof. Base (m)	1,00
P-1	Golpeo N_{20}	5-7
Consistencia	Blanda-Media	

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de consistencia “blanda-media”, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a comportamiento geotécnico.

Dado lo inadecuado de este nivel de cara a la edificación, no se han realizado ensayos de laboratorio pues en *ningún* caso se deberá cimentar sobre él.

Este nivel deberá ser eliminado en su totalidad, retirando cualquier resto que no haya sido identificado por los ensayos de campo. De este modo cimentaremos siempre sobre terreno natural y nunca sobre relleno antrópico o niveles alterados.

NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DE EDAD CUATERNARIO. ARCILLA DE TONOS MARRONES CON ALGO DE ARENA.

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	De 0,80	a 5,40	11,20
S-2	De 0,80	a 7,00	11,20
P-1	De 1,00	a 4,00	9,00

*Fin del ensayo

**Fin del ensayo por rechazo

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que éste nivel aparece desde una profundidad de techo de entre 0,80-1,00 m, hasta una profundidad de base de entre 4,00-7,00 m.

Descripción del nivel

En base al reconocimiento de las muestras obtenidas este nivel se ha descrito como un nivel constituido por unos Depósitos Aluviales de edad Cuaternario.

En base al reconocimiento de las muestras obtenidas este nivel se ha descrito como un nivel constituido por arcilla de tonos marrones claros con óxidos de tonos ocre. Se observan abundantes cristalizaciones translúcidas. A lo largo del nivel se intercalan tramos areno-limosos.

Para caracterizar este nivel geotécnicamente se han realizado granulometrías por tamizado y determinación de límites de Atterberg para poder llevar a cabo la clasificación granulométrica según el sistema Unificado de Suelos, que han ofrecido los suficientes parámetros como para delimitar su clasificación.

PARÁMETRO / MUESTRAS	M-1 (S-1) 1,00 m.
Clasificación (USCS)	CL
Límite líquido	42,30
Límite plástico	18,30
Índice de plasticidad	24,00
% Pasa tamiz 4 (ASTM)	100,00
% Pasa tamiz 200	88,05

Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos “in situ” de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con q_u .

Los ensayos de penetración estándar SPT realizados en el interior del sondeo han ofrecido los siguientes valores:

ENSAYO	S-1 S.P.T.-1	S-2 S.P.T.-1
COTA (m)	4,20-4,85	5,80-6,25
N_{SPT}	11	15
Consistencia	Media	Media

Las muestras inalteradas MI realizadas en el interior del sondeo han ofrecido los siguientes valores:

ENSAYO	S-1 M.I.-1	S-2 M.I.-1
COTA (m)	2,40-3,00 m	2,40-3,00 m
N_{MI}	26	31
Consistencia	Dura	Dura

Los ensayos de penetración Dinámica tipo “DPSH” nos permiten valorar la compacidad de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente consistencia dentro del mismo nivel.

De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados:

Nº. Penetros	Nivel 2	
P-1	Prof. Base (m)	4,00
	Golpeo N₂₀	7-27
Consistencia	Media-Dura	

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de consistencia “Media-Dura”, valores indicativos de un nivel de naturaleza heterogénea en cuanto a su comportamiento geotécnico.

Expansividad

Los suelos arcillosos se caracterizan por presentar variaciones volumétricas acusadas, debidas generalmente a cambios de humedad o a variaciones de la presión total sobre los mismos.

El terreno superficial afectado por los cambios de humedad debidos a variaciones climáticas se denomina capa activa. Generalmente, en el Sur de España la capa activa tiene un espesor de 2 a 3 m, y en ciertos sectores puede alcanzar hasta 5 m.

La expansividad según el criterio recopilado por Gonzalez de Vallejo, 2002, es:

Expansividad	L.L. (%)	% Finos	I. Lambe (kPa)	Presión de hinchamiento (kPa)	% Hicham. libre
Baja	< 35	< 30	< 80	< 25	< 1
Baja a Media	35-50	30-60	80-150	25-125	1-4
Media a Alta	50-65	60-95	150-230	125-300	4-10
Muy Alta	> 65	>95	> 230	> 300	> 10



Características analizadas que presentan las muestras ensayadas solicitadas.

La presión de hinchamiento realizada refleja unos valores de 15 kPa, por lo que el nivel se clasifica con una expansividad nula o baja.

Permeabilidad

Atendiendo a los resultados granulométricos y a los límites de atterberg obtenidos en los ensayos de laboratorio, y en función de los parámetros característicos del suelo recogidos por Lambe y Whittman. Consideramos que el nivel 2, Arcilla de tonos marrones con algo de arena, presenta un valor de K aproximado de $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-8}$ cm/s.

$$K^* = 1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-8} \text{ cm/s}$$

*En función de la granulometría y los Límites de Atterberg de las muestras analizadas. Los tramos de mayor proporción granular observados en los sondeos, presentan un valor de permeabilidad superior.

La presencia de agua se considera:

- a) Baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático.
- b) Media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo.
- c) Alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Dado que el nivel freático se ha detectado a 4,50 m. durante el reconocimiento en los ensayos de campo y en base a la permeabilidad considerada para el nivel donde se llevarán acabo los muros, se establecen los siguientes valores según el C.T.E.:

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_B \geq 10^{-2} \text{ cm/s}$	$10^{-5} < K_B < 10^{-2} \text{ cm/s}$	$K_B \leq 10^{-5} \text{ cm/s}$
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

Se obtiene un valor de impermeabilidad mínimo para los muros, en caso de realizarlos, igual a **1**.

NIVEL 3: MARGAS DE TONOS GRISES MUY OSCUROS.

Acotación del nivel.

La acotación de este nivel responde a una serie de características geotécnicas que se exponen en este apartado, siendo una de ellas la cota de aparición que puede ser más o menos regular. Las oscilaciones en la acotación de este nivel se reflejan en el cuadro que seguidamente se expone, debiéndose considerar más fiables las procedentes de reconocimientos directos (sondeos y/o calicatas) que las de los reconocimientos indirectos (penetraciones dinámicas).

ENSAYO	PROFUNDIDAD TECHO (m)	PROFUNDIDAD BASE (m)	ESPESOR (m)
S-1	De 5,40	a 12,00*	6,60
S-2	De 7,00	a 12,00*	5,00
P-1	De 4,00	a 10,00*	6,00

*Fin del ensayo

**Fin del ensayo por rechazo

Con la información proporcionada por los diferentes ensayos, se puede establecer que éste nivel aparece desde una profundidad de techo de entre 4,00-7,00 m, hasta una profundidad de base de 12,00 m. donde finalizan los ensayos de campo.

Descripción del nivel

En base al reconocimiento de las muestras obtenidas este nivel se ha descrito como un nivel constituido por unas margas de tonos grises muy oscuros.

Parámetros resistentes: Consistencia o Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de un suelo se utilizan ensayos “in situ” de penetración dinámica cuya interpretación sigue los criterios expresados por varios autores y que son de utilidad para determinar valores de capacidad portante por correlaciones con q_u .

Los ensayos de penetración estándar SPT realizados en el interior del sondeo han ofrecido los siguientes valores:

ENSAYO	S-1	S-1	S-2	S-2
	S.P.T.-2	S.P.T.-3	S.P.T.-1	S.P.T.-2
COTA (m)	7,20-7,85	10,20-10,85	8,80-9,25	11,40-11,85
N_{SPT}	26	26	24	26
Consistencia	Dura	Dura	Firme	Dura

Los ensayos de penetración Dinámica tipo “DPSH” nos permiten valorar la compacidad de los diferentes niveles agrupándolos en base a similitudes de golpeo. Además pueden diferenciar varios tramos de diferente consistencia dentro del mismo nivel.

De acuerdo con el criterio anterior, en el siguiente cuadro se resumen los valores medios de golpeo en los distintos tramos diferenciados:

Nº. Penetros	Nivel 3	
P-1	Prof. Base (m)	10,00
	Golpeo N₂₀	30-60
Consistencia	Dura	

Del contraste entre los ensayos de resistencia realizados en campo se deduce que se trata de un nivel de consistencia “Dura”.

4.3.- CARACTERÍSTICAS SISMORRESISTENTES DE LA ZONA

Los efectos de un terremoto sobre un edificio dependen de su concepción estructural, de la forma en que se transmiten las ondas sísmicas al edificio a través del terreno y de su cimentación. La transmisión hasta un edificio de las ondas generadas en un terremoto es un fenómeno muy complejo, en el que interviene la deformabilidad dinámica del terreno, los espesores de suelo que cubren el sustrato rocoso, los accidentes geológicos, etc.

Así, se hace necesario prever la forma en la que las vibraciones del sustrato se transmiten al edificio a través de los elementos de cimentación, diseñando estos para que los efectos sean los menos perjudiciales posibles.

Para la consideración de la acción sísmica en las futuras construcciones es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente (Parte General y Edificación) NCSR-02 publicada en el B.O.E.

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

1. Moderada importancia. Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos significativos a terceros.
2. Normal importancia. Aquellas cuya destrucción pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad, producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trate de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.
3. Especial importancia. Aquellas cuya destrucción pueda interrumpir un servicio imprescindible o que de lugar a efectos catastróficos.

En las construcciones de moderada importancia no es obligatoria la aplicación de esta Norma y en aquellas en que la aceleración sísmica de cálculo a_c , sea inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia, en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b , sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad y en las construcciones de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí, en todas las direcciones cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,08 g. No obstante, la Norma será de aplicación en los edificios de más de siete plantas se la aceleración sísmica de cálculo, a_c es igual o mayor de 0,08 g.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se define como el producto: $a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$; siendo:

a_b : Aceleración sísmica básica.

ρ : Coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1,00 para construcciones de importancia normal y de 1,30 para construcciones de importancia especial.

S: Coeficiente de amplificación del terreno que toma los valores:

$$\text{Para } \rho \cdot a_b \leq 0,1 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25}$$

$$\text{Para } 0,1 \text{ g} < \rho \cdot a_b < 0,4 \text{ g} \quad S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \cdot \left(1 - \frac{C}{1,25} \right)$$

$$\text{Para } 0,4 \text{ g} \leq \rho \cdot a_b \quad S = 1,0$$

Siendo C el Coeficiente de terreno dependiente de las características geotécnicas del terreno de cimentación.

También contempla la Norma la clasificación del terreno para el coeficiente de suelo:

TIPO DE TERRENO	COEFICIENTE C
Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.	1,0
Terreno II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.	1,3
Terreno III: Suelo granular de compacidad media o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme.	1,6
Terreno IV: Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando.	2,0

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

Nivel	Tipo de terreno	Espesor (m)	C Coeficiente del suelo
2	III	7,40	1,60
2	II	22,60	1,30

Para obtener el valor del coeficiente C de cálculo se determinarán los espesores e_1 , e_2 , e_3 , y e_4 de terrenos de los tipos I, II, III y IV respectivamente, existentes en los 30 primeros metros bajo la superficie.

Se adoptará como valor de C el valor medio obtenido al ponderar los coeficientes C_i de cada estrato con su espesor e_i , en metros mediante la expresión:

$$C = \frac{\sum C_i \cdot e_i}{30}$$

El coeficiente C se obtiene en función del tipo de terreno existente en una profundidad no menor de 30 metros por debajo de la cimentación.

En edificios con sótanos bajo nivel general de la superficie del terreno, los espesores de las distintas capas para clasificar las condiciones de cimentación deben, normalmente, medirse a partir de rasante.

Para el lugar de estudio se obtienen los siguientes parámetros de cálculo:

LUGAR O ZONA MÁS PROXIMA	Aceleración básica (a_b/g)	Coeficiente contribución (K)	Coeficiente de riesgo ρ	C: Coeficiente de terreno de cálculo	$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$ Aceleración de Cálculo
Málaga	0,11	1,0	1.3 (p.100 años const. Especial importancia)	1,37	0,155
			1.0 (p.50 años const. Normal importancia)		0,121

La citada Norma establece las siguientes reglas de diseño y prescripciones constructivas en zonas sísmicas en lo referente a la cimentación:

- Debe de evitarse la coexistencia en una misma unidad estructural de sistemas de cimentación superficiales y profundos.
- Es recomendable disponer la cimentación sobre un terreno de características geotécnicas homogéneas. Si el terreno de apoyo, presenta discontinuidades o cambios sustanciales en sus características, se fraccionará el conjunto de la construcción de manera que las partes situadas a uno y otro lado de la discontinuidad constituyan unidades independientes.
- Cuando existan suelos susceptibles de licuefacción, deberán adoptarse las medidas oportunas. En concreto no se considerará la resistencia de fuste de los pilotes en la zona de estos colindantes con estratos susceptibles de licuarse durante un sismo.
- Cuando $a_c \geq 0.08$ g los elementos de cimentación situados en el perímetro deberán enlazarse entre sí, siguiendo éste, mediante vigas de atado capaces de resistir un esfuerzo axial del valor a_c veces la carga vertical transmitida en cada punto.

Cuando $a_c \geq 0.16$ g el atado debe afectar a todos los elementos y ser en dos direcciones.

- En el caso de cimentación por pilotes, es recomendable que éstos posean una armadura longitudinal de sección al menos el 4% de área del pilote, y una armadura transversal equivalente al menos un ϕ del 10 cada 30 cm, en una longitud a partir del encepado no inferior a seis veces el diámetro del pilotes ni a seis metros.

4.4.- AGRESIVIDAD (Ambiente de exposición y hormigón recomendable para cimentaciones).

Para poder determinar la potencial agresividad de sulfatos y acidez del suelo y agua freática sobre los hormigones de la cimentación se han llevado a cabo ensayos de laboratorio que arrojan los siguientes resultados:

ANÁLISIS DE SUELOS		
CONTENIDO EN SULFATOS (mg/kg)	M-1 (S-1) 1,00 m.	109,00

TIPO DE MEDIO AGRESIVO	PARÁMETROS	TIPO DE EXPOSICION		
		Qa	Qb	Qc
		ATAQUE DEBIL	ATAQUE MEDIO	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
	ION AMONIO (mg NH ₄ ⁺ /l)	15-30	30-60	> 60
	ION MAGNESIO (mg Mg ²⁺ /l)	300-1000	1000-3000	> 3000
	ION SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /l)	200-600	600-3000	> 3000
	RESIDUO SECO (mg/l)	75-150	50-75	< 50
SUELO	GRADO DE ACIDEZ. BAUMANN-GULLY	> 20	(*)	(*)
	ION SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ /kg de suelo seco)	2000-3000	3000-12000	> 12000

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica

De acuerdo con la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), para definir la agresividad a la que va a estar sometido cada elemento estructural es necesario conocer el tipo de ambiente al que está sometido. Este ambiente viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas que van a afectar al elemento estructural, que puede llegar a degradarlo como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

El tipo de ambiente viene definido por la combinación de una de las clases de exposición frente a la corrosión de las armaduras y por las clases específicas de exposición relativas a los procesos de degradación. Para definir la clase específica de exposición es necesario conocer varios parámetros asociados a la agresividad que presenta el terreno (suelo y agua).

A partir del tipo de ambiente definido se deberá comentar si es necesario el uso de cemento sulforresistente (SR) o resistente al mar (MR) en la elaboración del hormigón de los elementos de cimentación.

Tipo de hormigón en contacto con el suelo

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN	CLASE DE EXPOSICIÓN ESPECÍFICA	TIPO DE AMBIENTE
II a	---	II a

CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE CIMENTACIÓN
ORDINARIO

Atendiendo al *punto 37.3.5. Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos de la EHE-2008*, se recomienda utilizar cemento ordinario dado que el nivel de sulfatos en suelos no es superior a 3.000 mg/kg.

El nivel de sulfatos en suelo no ha superado los valores límite para aplicar un tipo de hormigón específico. Esto nos demuestra que las cristalizaciones traslúcidas descritas en el nivel no son yesos. No obstante y para evitar que cualquier componente de las cristalizaciones afecte a la cimentación, se deberá realizar un vertido/capa de material granular que evite el contacto directo entre el terreno natural y la cimentación.

4.5.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN

El objetivo final de este informe es realizar una recomendación sobre el tipo de cimentación más adecuado para el proyecto definido, y por tanto en este apartado se define la tipología y profundidad de cimentación, así como el cálculo de la tensión admisible de trabajo y previsión de asentamientos en el caso que proceda.

Tipología y características del Proyecto:

EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS DE V.P.O. PROVISTO DE P.B.+IV.

Factores condicionantes:

- Parcela de topografía regular y forma rectangular y topografía llana.
- Se detecta una capa/nivel de suelo de alteración y/o relleno con un espesor máximo de 1,00 m.
- En superficie se reconoce una capa de gravilla artificial vertida para el aparcamiento de los vehículos.
- No se detecta en superficie ninguna zona encharcada ni rezume de agua.
- Se detecta nivel freático a una profundidad de 4,50-6,00 m. en los ensayos de campo realizados en la parcela de estudio.
- Actualmente la parcela está siendo usada como aparcamiento de coches.
- La parcela presenta una orientación W-E.
- La parcela de estudio limita en todos sus márgenes con C/ Zurbarrán, excepto en su margen N que limitan con una nave industrial.

Parámetros geotécnicos:

De acuerdo con la estratigrafía reconocida, y con los ensayos geotécnicos realizados, establecemos los siguientes parámetros geotécnicos que caracterizan los materiales sobre los que se pretende construir:

NIVEL 1. SUELO DE ALTERACIÓN O SUELO EDÁFICO.. (Desde 0,00 m hasta 0,80-1,00 m)

- | | | |
|--|----------|---------------------------|
| • Ensayo penetración dinámica "DPSH": | N_{20} | = 5-7 |
| • Ángulo de rozamiento interno estimado: | ϕ | = 18°-20° |
| • Cohesión estimada: | C | = 0,00 Kp/cm ² |
| • Densidad aparente estimada: | d_a | = 1,80 Tn/m ³ |

*Parámetros estimados en base a tablas estandarizadas

NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DE EDAD CUATERNARIO. ARCILLA DE TONOS MARRONES CON ALGO DE ARENA. (Desde 0,80-1,00 m hasta 4,00-7,00 m.)

- Ensayo penetración estática "SPT": N_{SPT} = 11-15
- Ensayo penetración dinámica "DPSH": N_{20} = 7-27
- Ángulo de rozamiento interno: ϕ = 24°-26°
- Cohesión: C = 0,20-0,60 kp/cm²
- Densidad aparente: d_a = 1,90-1,95 gr/cm³

*Parámetros estimados en base a tablas estandarizadas, en función de ensayos de laboratorio y ensayos de campo.

NIVEL 3: MARGAS DE TONOS GRISES MUY OSCUROS. (Desde 4,00-7,00 m hasta 12,00 m. donde finalizan los ensayos de campo)

- Ensayo penetración estática "SPT": N_{SPT} = 24-26
- Ensayo penetración dinámica "DPSH": N_{20} = 30-60

Propuesta de cimentación:

Para realizar el diseño de la cimentación para la estructura propuesta, se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

1. La zona de estudio presenta un nivel de suelo de alteración y/o suelo edáfico un espesor que oscila entre 0,80-1,00 m. reconocido en los ensayos de campo. Sobre dicho nivel no se podrá cimentar bajo ningún concepto.
2. El nivel 2 presenta una consistencia "Media-Dura".
3. El nivel 2 presenta una clasificación de expansividad nula a baja.
4. El nivel freático se detecta a una profundidad de 4,50 m. por lo que no se espera que este puede interceder en el proceso de construcción de la cimentación.
5. La calicata realizada para descubrir la cimentación de la nave contigua refleja que la nave presenta una escasa cimentación. Se observa un muro de carga construido mediante bloques de piedra que queda apoyado directamente sobre el nivel 1. Es por ello que se deberá tener especial cuidado durante el proceso de excavación de la parcela.
6. La estructura del edificio provista de planta baja y cuatro alturas.

Tendiendo en cuenta los factores expuestos en los párrafos superiores, se deberán considerar las siguientes recomendaciones para realizar la cimentación de la estructura:

1. No se podrá apoyar directamente sobre el nivel 1 de relleno, por lo que este deberá ser eliminado en su totalidad, retirando cualquier resto que no haya sido identificado por los ensayos de campo y que pudiese aparecer durante el proceso de excavación. De este modo cimentaremos siempre sobre terreno natural y nunca sobre relleno antrópico o niveles alterados.
2. Cualquier solución de cimentación que se adopte deberá quedar apoyada sobre el nivel 2 de Arcilla de tonos marrones con algo de arena.
3. Se deberá realizar una mejora geotécnica de al menos 0,30 m. con el fin de homogeneizar la superficie de apoyo de la cimentación, evitar el contacto de la cimentación con el terreno (debido a la existencia de cristalizaciones translúcidas) y suplir el desnivel de la excavación del nivel 1. Dicha mejora deberá estar debidamente extendida y compactada.
4. La excavación del nivel 1 deberá realizar mediante bataches de reducidas dimensiones, dada la cercanía de viales con tráfico rodado y cimentaciones de edificaciones colindantes.
5. En el caso de que existan zonas de la parcela que precisen de un relleno geotécnico superior para suplir el desnivel generado por excavaciones, etc, se seguirán las siguientes recomendaciones que garantizan un buen comportamiento del mismo y que son las siguientes:
 - El relleno geotécnico deberá cumplir el PG3.
 - El material no deberá contener materia orgánica, vegetal u otras materias extrañas.
 - El porcentaje de materiales finos será inferior al 25% en peso y el tamaño máximo de los elementos más gruesos será de 10 cm. El límite líquido deberá ser inferior a 30%.
 - Se deberá alcanzar al menos una compactación del 98% respecto al Proctor de referencia.
 - El material se deberá extender por tongadas sucesivas de unos 20-30 cm de espesor cada una de ellas. Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, de forma uniforme, hasta que el material alcance su contenido óptimo de humedad.

- Una vez compactada la tongada, se deberá comprobar que efectivamente se ha alcanzado el valor de compactación óptimo con la toma de densidades in situ.
- Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.
- Se colocará el relleno dejando una ligera pendiente a favor del talud con objeto de permitir la evacuación de agua. El terreno de apoyo debe ser firme y de perfil suave.

En función del análisis e interpretación de los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio hemos estudiado diversas opciones de cimentación:

1. Cimentación superficial mediante losa de hormigón armado empotrada en el nivel 2 y sobre mejora geotécnica de al menos 0,30 m.

Quedará en manos de la dirección técnica de la obra la elección del tipo de cimentación que más se ajuste a la construcción proyectada.

De acuerdo con el esquema de cimentación propuesto, estudiamos la carga admisible, limitada por hundimiento y por asientos.

1. Cimentación superficial mediante losa de hormigón armado empotrada en el nivel 2 y sobre mejora geotécnica de al menos 0,30 m.

Se ha considerado una tensión de estructura estimada en 6,85 t/m² para una edificación provista de planta baja y cuatro alturas. Considerando a su vez el peso aplicado por una losa de cimentación estimada de 0,50 m. y la mejora recomendada.

Para la obtención de la carga neta adoptamos la expresión:

$$Q_{\text{neto}} = Q_{\text{estructura}} - \text{Peso tierra excavada}$$

Así la carga resultante estimada, responde a unas cargas de 5,05 t/m², considerando una excavación de 1,00 m., las cuales deberán comprobarse por la Dirección Facultativa una vez que se conozcan las cargas definitivas del Proyecto.

De acuerdo con el esquema de cimentación propuesto, estudiamos a continuación la carga admisible, limitada por hundimiento y asientos.

Por consideración de hundimiento:

Para el cálculo de la presión de hundimiento, se ha considerado la formulación del Documento Básico SE-C Cimientos en su apartado de la Determinación de la presión de hundimiento mediante métodos analíticos.

La presión de hundimiento de una cimentación directa vendrá definida por la siguiente ecuación:

$$q_h = c_k N_c d_c s_c i_c t_c + q_{0k} N_q d_q s_q i_q t_q + \frac{1}{2} B^* \gamma_k N_\gamma d_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

$$q_{adm} = q_h / 3$$

Siendo:

q_h	la presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno R_k ;
q_{0k}	la presión vertical característica alrededor del cimiento al nivel de su base;
c_k	El valor característico de la cohesión del terreno;
B^*	al ancho equivalente del cimiento;
γ_k	el peso específico característico del terreno por debajo de la base del cimiento;
$N_c N_q N_\gamma$	los factores de capacidad de carga. Son adimensionales y dependen exclusivamente del valor característico del ángulo de rozamiento interno característico del terreno (ϕ_k). Se denominan respectivamente factor de cohesión, de sobrecarga y de peso específico;
$d_c d_q d_\gamma$	los coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad;
$s_c s_q s_\gamma$	los coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento;
$i_c i_q i_\gamma$	los coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical;
$t_c t_q t_\gamma$	los coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a una talud.

Considerando el empotramiento dentro del nivel 2 y sobre la mejora propuesta, obtenemos cargas admisibles de **0,99 kg/cm²**.

$$Q_{adm} = 0,99 \text{ kgcm}^2$$

Para determinar el diseño de una losa es necesario conocer los principios de evolución del coeficiente “k” de reacción del subsuelo también llamado de balasto.

El módulo de balasto k_s se define (según CTE) como el cociente entre la presión vertical, q , aplicada sobre un determinado punto de un cimiento directo y el asiento, s , experimentado por dicho punto:

$$K = q / s$$

El módulo de balasto así definido, tiene unidades de densidad, lo que indica que la hipótesis efectuada equivale a suponer que el terreno es un líquido de densidad k_s , sobre el que “flota” la cimentación.

La estimación del módulo de balasto puede realizarse mediante ensayos de placa de carga o a partir de la determinación de parámetros de deformabilidad representativos del terreno, ya sea mediante ensayos in situ o de laboratorio, y el posterior cálculo geotécnico de asientos.

La conversión del módulo para placa de 30 cm, k_{SB} , al coeficiente de referencia, k_{SB} , se puede obtener mediante la tabla D.29 del Código Técnico de la Edificación. De dicha tabla extraemos que para nuestro caso, que pretendemos cimentar en el nivel Arcilla de tonos marrones con algo de arena del nivel 2, adoptamos un $k_{30} = 3,00 \text{ kp/cm}^3$ y por ello se obtendrá un valor de K en función de las dimensiones de la cimentación adoptadas por la dirección facultativa.

$$Q_{adm} = 0,99 \text{ Kg/cm}^2$$

$$K_{30} = 3,00 \text{ Kp/cm}^3$$

Se entiende que esta pudiera ser la cimentación y parámetros de cálculo recomendados para la obra en cuestión, quedando la decisión final en manos de la dirección facultativa de la obra.

Estudio de asientos - Tensión admisible:

El método seguido para el cálculo de los asientos inducidos en el terreno es el de Steinnbrenner, modelo multicapa sobre capa rígida, que consiste en calcular para cada capa el asiento al comienzo y al final de la misma, obteniéndose el asiento total por:

$$S_i = S_o - S_z$$

Donde:

S_o = Asiento al comienzo

S_z = Asiento al final de la capa

$$S_z = \frac{QB}{2E} (C_A \phi_1 - C_B \phi_2)$$

Q = Presión Neta transmitida por la estructura

B = Ancho de la cimentación

$$A = 1 - \mu^2$$

$$B = 1 - \mu - 2\mu^2$$

μ = Coeficiente de Poisson ~ 0.3

ϕ_1 y ϕ_2 = son coeficientes que dependen de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad de cada capa.

E = Módulo de deformación, que puede estimarse a partir de los ensayos edométricos y de los ensayos de penetración.

A partir de los resultados aportados por los ensayos SPT y Dinámicos Borros puede calcularse el módulo de deformación elástica para las capas arcillosas mediante la expresión: $E=5N = 5N_{20}$ (kg/cm²) y para suelos granulares mediante la expresión $E=8N = 8N_{20}$ (kg/cm²).

Teniendo en cuenta en general los valores medios más bajos que dejan del lado de la seguridad. El asiento medio de la cimentación con una distribución parabólica del mismo, bajo la losa es de:

$$S_{\text{medio}} = S_{\text{esquina}} + 0.66 (S_{\text{esquina}} + S_{\text{centro}}).$$

Operando con la carga neta estimada de 5,05 tn/m² y para unas dimensiones de losa de 8,00x19,00 m., resulta un asiento igual a 0,50 cm, resultados obtenidos son inferiores al límite aceptado para losas por la normativa más extendida de 5,00 cm.

Como se puede observarse no se superan los asientos considerados como admisibles para las losas de cimentación (5,00 cm).

○ **CÁLCULO DE ASIENTOS PARA UNA LOSA APROXIMADA DE 8,00x19,00 m.:**

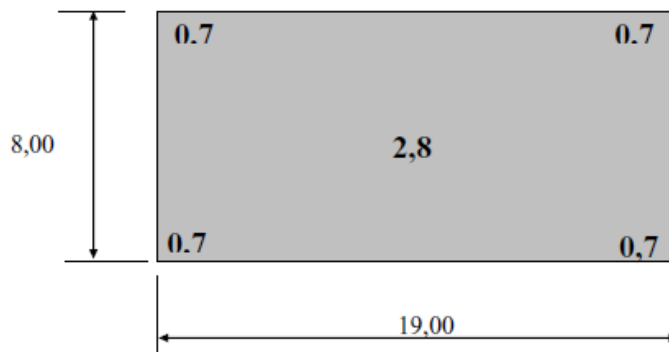
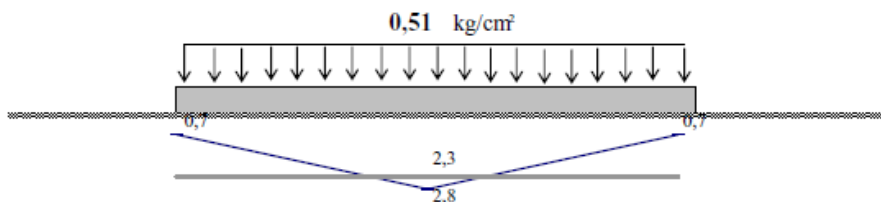
CALCULO DE PROFUNDIDAD DE INFLUENCIA según CHARLES			
5,05	Carga unitaria (t/m ²)		
2,375	relación lado largo(m*b)/lado corto(b)	a	19
11,25925926	Dimensión Característica (b*)	b	8
1,95	Densidad del terreno (aparente o sumergida) (t/m ³)		
0,23	Factor de intensidad de carga		Ang. Roz
1,095698778	f	1,09569878	26
6,00	Profundidad de Influencia (m)		
0,00	Iteración		

CALCULO DE ASIENTOS BAJO UN RECTANGULO CARGADO UNIFORMEMENTE

(Refs.: Harr (1966); Steinbrenner Geotecnia y Cimientos II pags. 257-263;1115)

q: presion transmitida (kg/cm ²):	0,51
lados: A mayor (m)	19,00
B menor (m)	8,00
NUMERO DE CAPAS DEFORMABLES (10 MAX.)	3
PROFUNDIDAD DEL NIVEL CONSIDERADO INDEFORMABLE	6,00

CAPA DEFORMABLE	Z(inicial) (m)	E (kg/cm ²)	coef Poisson V	S(cm)	0	1	2	3
NIVEL 1	0,00	40	0,30	1,2				
NIVEL 2	1,50	55	0,30	1,0				
NIVEL 3	3,00	150	0,30	0,7				
S en el centro				2,8				
S en la esquina				0,7				
FACTOR k para correccion por rigidez				0,83				
S MEDIO (supuesta rigida)				2,3				



El asiento a una profundidad z bajo la esquina viene dado por:

$$S(z) = \frac{q B}{2 E} (M \phi_1 (A, B, z) - N \phi_2 (A, B, z))$$

donde q = presión unitaria aplicada

E = módulo elástico

A = lado mayor

B = ancho de la cimentación (lado menor)

$$M = 1 - \nu^2$$

$$N = 1 - \nu - 2\nu^2$$

$$n = z/B$$

$$m = A/B$$

$$\phi_1 = \frac{1}{\pi} \left\{ \text{Ln} \left(\frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + n}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - n} \right) + n \text{Ln} \left(\frac{(1+n^2+m^2)^{1/2} + 1}{(1+n^2+m^2)^{1/2} - 1} \right) \right\}$$

$$\phi_2 = \frac{1}{\pi} \text{arctg} \frac{n}{m (1+n^2+m^2)^{1/2}}$$

4.6.- EXCAVACIÓN DEL NIVEL 1.

En la realización del vaciado del nivel 1 y la construcción de la cimentación de la estructura, deberán considerarse los siguientes puntos:

- Existencia de muros perimetrales con una nave contigua de escasa cimentación y viales con tráfico rodado, por lo que habrá de tener especial cuidado en la excavación en todos sus márgenes.
- Se detecta nivel freático a una profundidad de 4,50 m., por lo que no se espera que este pueda interceder en el proceso de excavación.
- Características geotécnicas de los niveles afectados directa o indirectamente por la cimentación. Durante el proceso de excavación se observarán diferentes niveles:
 - i. Nivel 1, reconocido en el estudio como un Suelo edáfico y/o suelo de alteración. Dicho nivel presenta un espesor de entre 0,80-1,00 m. Este nivel deberá ser eliminado por completo en el proceso de excavación para la construcción del edificio. Presenta una composición y consistencia heterogénea, por lo que habrá de tener especial cuidado en la excavación de los márgenes de la parcela.
 - ii. Nivel 2, reconocido en el estudio como unos Depósitos aluviales de edad Cuaternario. Arcilla tonos marrones con algo de arena. nivel será excavado hasta alcanzar la profundidad necesaria para colocar la base de la cimentación de la estructura, es reconocido desde una profundidad de techo de entre 0,80-1,00 m. y cota base de 4,00-7,00 m.
 - iii. Nivel 3, reconocido en el estudio como unas Margas azules muy oscuras. Este nivel no se reconocerá durante la excavación de la parcela, dado que es reconocido desde una profundidad de techo de entre 4,00-7,00m. y cota base de 12,00 m. finalizan los ensayos de campo.

Teniendo en cuenta los puntos expuestos para la ejecución del vaciado del nivel 1 y la construcción de la cimentación de la estructura, deberán tenerse en consideración los siguientes puntos:

- Los materiales que previsiblemente se verán implicados en el vaciado son materiales excavables con medios convencionales. No obstante, se cree conveniente disponer de un martillo compresor para retirar aquellas zonas que puedan precisar de mayor detalle.

- Los taludes resultantes del vaciado se podrán ejecutar de forma ataluzada resultando estables a corto plazo, siempre y cuando no superen los 1,00 m de altura y se evite la transmisión de agua a los mismos. Para mayores dimensiones se dispondrá de un muro de hormigón armado.
- El vaciado deberá ejecutarse mediante bataches de reducidas dimensiones, debido a:
 - La existencia una nave contigua donde se realizó una calicata para reconocer su cimentación. La nave presenta una cimentación mediante muro de carga realizado con bloques de piedra apoyada directamente sobre el nivel 1. Deberá tener especial cuidado durante la excavación de este margen dado que la cimentación podría verse afectada.
 - La existencia de viales con tráfico rodado contiguos al área de excavación.
 - El carácter heterogéneo del nivel 1 tanto en composición como en consistencia, no garantizándose la estabilidad de los taludes.

Para el dimensionamiento de muros, en caso de que fuesen necesarios porque se ampliase la profundidad de cimentación, recomendamos adoptar los siguientes parámetros:

NIVEL 1. SUELO DE ALTERACIÓN O SUELO EDÁFICO. (Desde 0,00 m hasta 0,80-1,00 m)

- | | | |
|--|----------|---------------------------|
| • Ensayo penetración dinámica "DPSH": | N_{20} | = 5-7 |
| • Ángulo de rozamiento interno estimado: | ϕ | = 18°-20° |
| • Cohesión estimada: | C | = 0,00 Kp/cm ² |
| • Densidad aparente estimada: | d_a | = 1,80 Tn/m ³ |

*Parámetros estimados en base a tablas estandarizadas

NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DE EDAD CUATERNARIO. ARCILLA DE TONOS MARRONES CON ALGO DE ARENA. (Desde 0,80-1,00 m hasta 4,00-7,00 m.)

- | | | |
|---------------------------------------|-----------|--------------------------------|
| • Ensayo penetración estática "SPT": | N_{SPT} | = 11-15 |
| • Ensayo penetración dinámica "DPSH": | N_{20} | = 7-27 |
| • Ángulo de rozamiento interno: | ϕ | = 24°-26° |
| • Cohesión: | C | = 0,20-0,60 kp/cm ² |
| • Densidad aparente: | d_a | = 1,90-1,95 gr/cm ³ |

*Parámetros estimados en base a tablas estandarizadas, en función de ensayos de laboratorio y ensayos de campo.

5.- RECOMENDACIONES GENERALES

Tanto la elección de la cota de cimentación como la verificación de las tensiones admisibles consideradas en el cálculo deberán ser aprobadas en último término por la Dirección Facultativa de la obra.

No se usará el informe para otro fin que no sea el cálculo de cimentaciones con empujes a compresión. Para otro tipo de elementos estructurales se realizará otro estudio específico destinado a tal fin.

Se tendrán en cuenta los apartados 4.5 y 4.6 del Documento Básico SE-C del Código Técnico de la Edificación.

La excavación se realizará de forma que no se alteren las características mecánicas del suelo, para ello se recomienda que la excavación de los últimos 15 a 20 cm. no sea efectuada hasta inmediatamente antes de iniciar el vertido del hormigón especialmente en suelos cohesivos.

Una vez alcanzado el firme elegido, y antes de hormigonar, se limpiará y nivelará el fondo.

En el caso de reconocerse algún nivel flojo tras las excavaciones previstas, se deberá comprobar mediante un ensayo simple de penetración en cada zapata, clavando una barra de hierro en el terreno a golpes de martillo para determinar su espesor y determinar su eliminación o sustitución por una zahorra debidamente compactada al 100 % proctor.

La cimentación deberá quedar apoyada sobre un nivel geotécnico homogéneo. De no ser así se procederá a realizar una mejora geotécnica de al menos 50 cm. mediante la colocación de un relleno geotécnico.

Las características que garantizan un buen comportamiento de las mejoras o rellenos geotécnicos son las siguientes:

- El relleno geotécnico deberá cumplir el PG3.
- El material no deberá contener materia orgánica, vegetal u otras materias extrañas.
- El porcentaje de materiales finos será inferior al 25% en peso y el tamaño máximo de los elementos más gruesos será de 10 cm. El límite líquido deberá ser inferior a 30%.
- La densidad máxima correspondiente al ensayo Proctor Normal no será inferior a 1,75 t/m³ y se alcanzará al menos el 98% de compactación del ensayo Proctor de referencia.

- El material se deberá extender por tongadas sucesivas de unos 30 cm de espesor cada una de ellas. Una vez extendida la tongada se procederá a su humectación, de forma uniforme, hasta que el material alcance su contenido óptimo de humedad.
- Previamente a la colocación de rellenos bajo el agua debe dragarse cualquier suelo blando existente.
- Se colocará el relleno dejando una ligera pendiente a favor del talud con objeto de permitir la evacuación de agua. El terreno de apoyo debe ser firme y de perfil suave.

Todos los elementos extraños que pudieran aparecer en el fondo de la excavación, como niveles arcillosos de terreno más flojo etc., se retirarán, rebajándose el nivel del fondo lo suficiente para que la cimentación apoye en condiciones homogéneas.

Cuando los elementos extraños sean más compresibles que el terreno en su conjunto, serán excavados y sustituidos por un suelo de relleno compactado para tener una compresibilidad equivalente a la del conjunto.

Para losas de gran longitud (>30-40 m.) conviene disponer de juntas intermedias.

La planta de la losa es procurable que sea regular evitando entrantes, ángulos agudos, etc... que darían lugar a torsiones y sollicitaciones anómalas.

Si en el edificio hay zonas muy desigualmente cargadas las losas deben separarse mediante juntas.

El centro de gravedad de cargas verticales ha de coincidir lo más exactamente posible con el centro de gravedad de la losa, para evitar cualquier giro de la estructura debida a su propio peso.

El hormigonado debe hacerse, a ser posible, sin interrupciones que pueden dar lugar a planos de debilidad. En caso necesario, las juntas de trabajo se situarán en zonas de cortantes bajos, lejos de pilares.

Es aconsejable que la excavación del terreno por encima del plano de apoyo de la losa, si es de naturaleza arenosa, se realice por bandas de forma que inmediatamente después de poner dicho plano se efectúe un riego muy superficial mediante lechada de cemento una vez endurecida esta superficie, se colocará sobre ella la capa de hormigón compacto de limpieza y regularización para el apoyo.

Es importante que todas aquellas obras que se pretendan realizar junto a los elementos de cimentación (soleras, arquetas de pie de pilar, saneamientos, etc.) se estudien convenientemente para no alterar las condiciones de trabajo de los mismos o bien dar lugar, mediante fugas, a vías de agua que produzcan lavados del terreno, descalzamientos, encharcamientos, fenómenos de expansividad, etc...

Debe de indicarse que las consideraciones expuestas en el presente informe han sido deducidas a partir de ensayos puntuales, constituyendo una extrapolación al conjunto de la parcela en las condiciones actuales del subsuelo.

Ello no es óbice, para que puedan producirse variaciones con respecto al esquema definido, derivadas de la heterogeneidad que pueda presentar el terreno, o bien de alteraciones posteriores antrópicas (rellenos, excavaciones, etc) realizadas con anterioridad al comienzo de la obra y que hagan necesario la ampliación del estudio geotécnico y la modificación de las soluciones de cimentación iniciales.

Una vez consultado el informe geotécnico y en caso de creer necesaria la realización de nuevos ensayos para la ampliación del estudio geotécnico, estos deberán ser solicitados por escrito por parte de la dirección técnica de la obra o la propiedad de la misma.

10 de Agosto de 2015

Fdo.: Francisco M. Gámiz Malagón
Ldo. en Geología
Nº Colegiado de I.C.O.G.A: 427
Director Técnico del Laboratorio

Fdo.: Rocío Gómez Pérez
Lda. en Geología
Nº Colegiado de I.C.O.G.A: 618
Responsable Dpto. de Geotecnia

6.- ANEXOS

6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

6.2.- PERFIL GEOLÓGICO DE LA PARCELA

6.3.- ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

6.4.- ACTAS DE SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

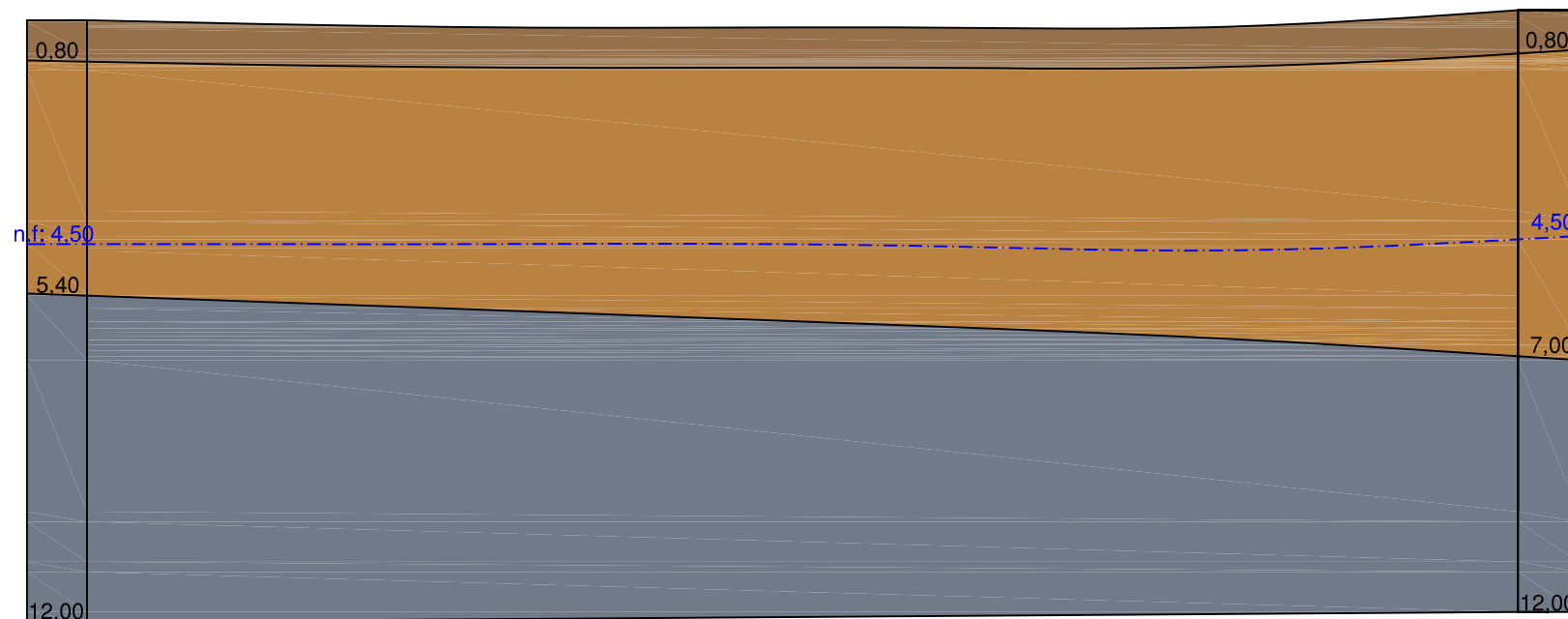
**6.5.- ACTA DE CALICATA MANUAL PARA DESCUBRIR
CIMENTACIÓNANEXA**

6.6.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

6.6.- ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

6.1.- CROQUIS DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

6.2.- PERFIL GEOLÓGICO DE LA PARCELA



LEYENDA

Suelo edáfico



Depósitos Aluviales



Margas Azules



**PERFIL GEOLÓGICO DE ENSAYOS EN
C/ ZURBARRÁN Nº 25, MÁLAGA**

ENCARGO:

AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA

PLANO:

PERFIL GEOLÓGICO

SUSTITUYE A:

ESCALA:

s/e

DATOS TÉCNICOS:

REALIZADO POR:

**ROCÍO GÓMEZ PÉREZ
LDA. GEOLOGÍA**

EXPEDIENTE:

IG-194115

N.º PLANO:

1

FECHA:

JULIO 2015

6.3.-ACTAS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

CLIENTE: **AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA**
 Proyecto: **EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS V.P.O.**
 Localización: **C/ ZURBARRAN N°25, MÁLAGA**
 Cota Topográfica: **43,92 m.s.n.m.**
 Coordenadas: **X: 373.467 Y: 4.066.276**
 Nivel Freático: **4,50 m.**

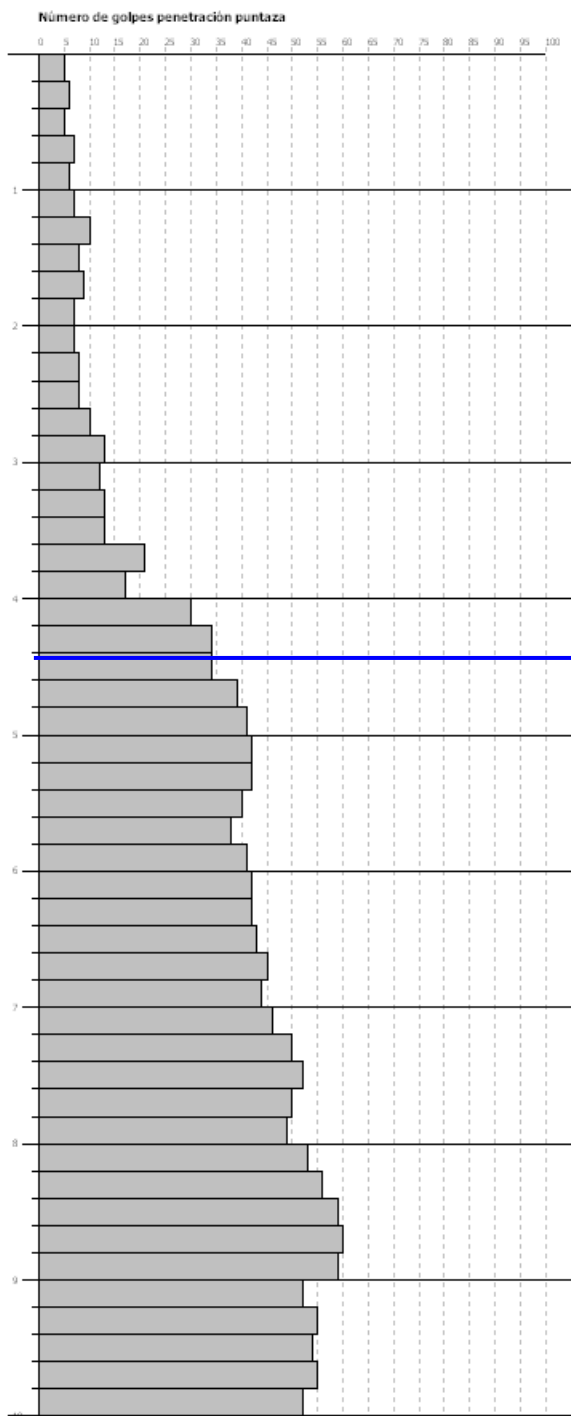
Sonda: Rolatec ML 60 A

DPSH-A

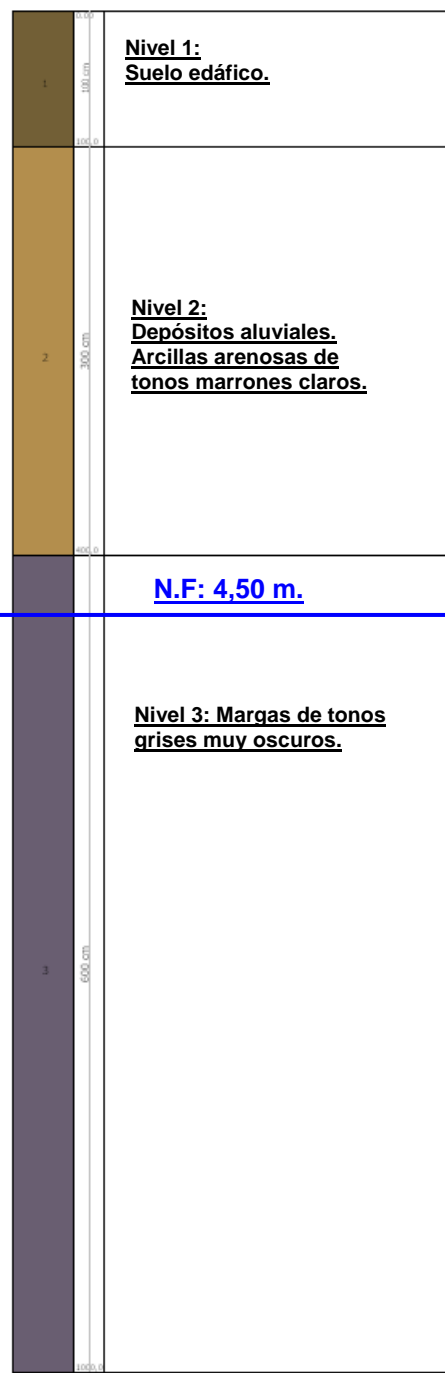
 Peso de la maza: 63,5Kg ± 0,5Kg
 Altura de Caída: 500 cm ± 10 cm

X

DPSH-B

 Peso de la maza: 63,5Kg ± 0,5Kg
 Altura de Caída: 750 cm ± 20 cm


Interpretación Estratigráfica



Responsable del Ensayo

Director del Laboratorio

 Fdo.: Rocio Gómez Pérez
 Geóloga

 Fdo.: Francisco Manuel Gámiz Malagón
 Geólogo

6.4.- ACTAS DE SONDEOS DE RECONOCIMIENTO

Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación

Referencia: IG-194115

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE MALAGA				FECHA INICIO: Junio 2015		15		FECHA DE FINALIZACIÓN 16 Junio 2015		SONDEO: S-1 (Hoja 1 de 1)				Profundidad Alcanzada: 12,00 m						
PROYECTO: EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS DE V.P.O.				DIRECCION: C/ ZURBARÁN Nº25, MÁLAGA										NIVEL FREÁTICO: 4,50 m.						
Profundidad	Perforación	Recuperación (%)	Nº Muestras	Columna Estratigráfica	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	MUESTRAS		LIMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRIA			Clasif. USCS	COMPRESION SIMPLE		PRESION HINCHAMIENTO kPa	SO4= mg/kg suelo s.	ENSAYOS DE CORTE	
						Inalt.	S.P.T.	LL	LP	IP	5	0,4	0,08		qu (Kp/cm²)	De (g/cm³)			W (%)	TIPO
0,00					NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN O SUELO EDÁFICO. Suelo de alteración o suelo edáfico arcilloso de tonos marrones claros algo ocreos. Se reconoce la presencia de raíces, algo de arena y precipitados blanquecinos. 0,80 m.															
1,00					NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DE EDAD CUATERNARIO. ARCILLA DE TONOS MARRONES CON ALGO DE ARENA.			42,30	18,30	24,00	100,00	99,64	88,05	CL			109,00			
2,00						2,40														
3,00					Arcilla de tonos marrones claros con óxidos de tonos ocreos. Se observan abundantes cristalizaciones translúcidas. A lo largo del nivel se intercalan tramos areno-limosos.	N=13										15,00				
4,00						3,00														
5,00				N.F.	5,40 m.		4,20													
6,00					NIVEL 3: MARGAS DE TONOS GRISES MUY OSCUROS.		N=11													
7,00						4,85														
8,00							7,20													
9,00					Margas de tonos grises muy oscuros.		N=26													
10,00						7,85														
11,00							10,20													
12,00					Fin del ensayo a 12,00 m		N=26													
						10,85														

Normativa:
Toma de Muestras según XP P94-202
Ensayo de penetración y toma de muestras con (SPT) según UNE EN ISO 22476-3:2010

Responsable del Ensayo

Director del Laboratorio

Fdo: Rocio Gómez Perez
Geóloga

Fdo: Francisco Manuel Gámez Malagón
Geólogo

Acta de Sondeo Geotécnico a Rotación

Referencia: IG-194115

CLIENTE: AYUNTAMIENTO DE MÁLAGA				FECHA INICIO: Junio 2015		FECHA DE FINALIZACIÓN 17 Junio 2015		SONDEO: S-2 (Hoja 1 de 1)				Profundidad Alcanzada: 12,00 m									
PROYECTO: EDIFICIO DE 8 VIVIENDAS DE V.P.O.				DIRECCION: C/ ZURBARÁN Nº25, MÁLAGA								NIVEL FREÁTICO: 4,50 m.									
Profundidad (m)	Recuperación (%)	Nº Muestras	Columna Estratigráfica	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	Inalt.	S.P.T.	LÍMITES DE ATTERBERG			GRANULOMETRÍA			Clasif.	COMPRESIÓN SIMPLE		PRESIÓN HINCHAMIENTO	SO4=	ENSAYOS DE CORTE			
							LL	LP	IP	5	0,4	0,08	USCS	qu (Kp/cm²)	Ds (g/cm³)	W (%)	kPa	mg/kg suelo s.	TIPO	C (Kp/cm²)	Ø
				NIVEL 1: SUELO DE ALTERACIÓN O SUELO EDÁFICO.																	
				Suelo de alteración o suelo edáfico arcilloso de tonos marrones claros algo ocreos. Se reconoce la presencia de raíces, algo de arena y precipitados blanquecinos.																	
				0,80 m.																	
				NIVEL 2: DEPÓSITOS ALUVIALES DE EDAD CUATERNARIO. ARCILLA DE TONOS MARRONES CON ALGO DE ARENA.																	
								2,40													
								N=31													
								3,00													
				N.F.																	
				Arcilla de tonos marrones claros con óxidos de tonos ocreos. Se observan abundantes cristalizaciones translúcidas. A lo largo del nivel se intercalan tramos areno-limosos.																	
								4,20													
								N=15													
				4,85																	
5,40 m.																					
NIVEL 3: MARGAS DE TONOS GRISES MUY OSCUROS.																					
				8,80																	
				N=26																	
				9,25																	
Margas de tonos grises muy oscuros.																					
				11,40																	
				N=26																	
				11,85																	
Fin del ensayo a 12,00 m																					

Normativa:
Toma de Muestras según XP I-94-202
Ensayo de penetración y toma de muestras con (SPT) según UNE EN ISO 22476-3:2010



Responsable del Ensayo

Director del Laboratorio

Fdo: Rocio Gómez Pérez
Geóloga

Fdo: Francisco Manuel Gámiz Malagón
Geólogo

**6.5.- ACTA DE CALICATA MANUAL PARA DESCUBRIR
CIMENTACIÓNANEXA**

Acta de Cata manual para descubrir cimentación contigua				Fecha: 16/07/2015		CATA CIMENTACIÓN Nº M-1				Referencia: IG.-194115					
Cliente: AYUNTAMIENTO DE MALAGA						Proyecto: Edificio de viviendas				Nivel Freático: No se detecta					
Localización: C/ Zurbarán nº25, Málaga (Málaga)															
Profundidad	Nivel Freático	Descripción Litológica	Muestras	Tipo	Ensayos de laboratorio										
					Limites de Atterberg			GRANULOMETRIA		Clasific.	SO4=	COLAPSO %	SALES SOLUBLES	LAMBE PVC	PROCTOR NORMAL
					LL	LP	IP	5	0,4	0,08	USCS	mg/kg suelo s.			
1.50		Al descubrir la cimentación de la nave contigua a la parcela se reconocen un muro de carga realizado mediante bloques de piedra. Se encuentra apoyado directamente sobre el nivel 1.			Fotografías del Ensayo										
					 										

Características Equipo:
 Peso de la maza: 63,5 Kg
 Caída: 76 cm
 Tomamuestras: Bipartido

Responsable del Ensayo

Director del Laboratorio

 Fdo.: Rocío Gómez Perez
 Geóloga

 Fdo.: Francisco Manuel Gamiz Malagón
 Geólogo

6.6.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO

- **Detalle del ensayos de penetración:**



Ensayo de penetración nº 1

- **Detalle calicata para descubrir cimentación de la nave contigua:**



- Detalle de los sondeos geotécnicos de reconocimiento:



Sondeo S-1

- Detalle cajas de material extraído en S-1:



Caja nº 1: 0,00 m. a 3,00 m.



Caja nº 2: 3,00 m. a 6,00 m.



Caja nº 3: 6,00 m. a 9,00 m.



Caja nº 4: 9,00 m. a 12,00 m.



Sondeo S-2

- **Detalle cajas de material extraído en S-2:**



Caja nº 1: 0,00 m. a 3,00 m.



Caja nº 2: 3,00 m. a 6,00 m.



Caja nº 3: 6,00 m. a 9,00 m.



Caja nº 4: 9,00 m. a 12,00 m.

6.6.- ACTAS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.



Pol. I. "La Fuente" C/Málaga, s/n
18430 - Fuente Vaqueros (Granada)
Tlf: 958 496901 - 958 496894

GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L.
C/ CRISTOBAL CÓLON, Nº 37 2º
18360 - (HUÉTOR TÁJAR)
GRANADA

TIPO DE ENSAYO

Ensayos de Identificación de Suelos

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº /15

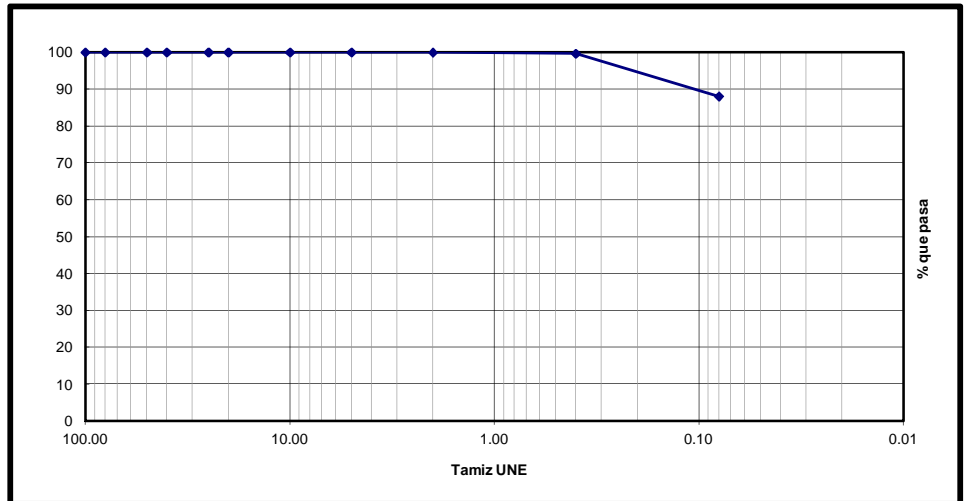
Peticionario

Fecha Muestreo: 27/07/2015 **Muestra:** M-1
Cliente: GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L.
Obra: ,

Nº Entrada: GE137/15
Referencia: IG-194115
Cota

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/95)

Tamices UNE	% que pasa
100	100.00
80	100.00
50	100.00
40	100.00
25	100.00
20	100.00
10	100.00
5	100.00
2	99.94
0.4	99.64
0.08	88.05

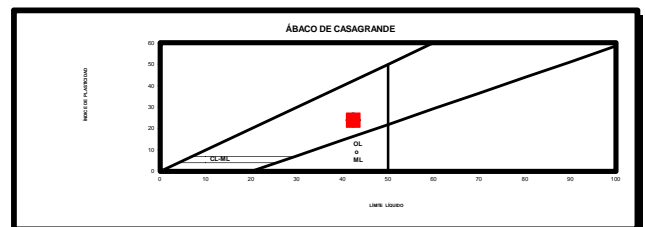


LÍMITES DE ATTERBERG

Límite Líquido (%): 42.3
Límite Plástico (%): 18.3
Índice de plasticidad: 24.0

CLASIFICACIÓN DEL SUELO ASTM-D 2487/00

Clasificación de Casagrande: CL



Granada, viernes 07 de agosto de 2015

Juan P. Tolón González
Director de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.
C.I.F.: B-93.262.822
C/ Gregorio Marañón, 17
29320 Campillos (Málaga)

Francisco J. Navarro González
Responsable técnico de ensayos
Licenciado en Ciencias Geológicas

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L.

Pol. I. "La Fuente" C/Málaga, s/n
18430 - Fuente Vaqueros (Granada)
Tlf: 958 496901 - 958 496894

TIPO DE ENSAYO

Agresividad de suelos y aguas

GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L.

C/ CRISTOBAL COLÓN, Nº 37 2º

18360 - (HUÉTOR TÁJAR)

GRANADA

ACTA DE RESULTADOS DE ENSAYOS Nº /15**Peticionario**

Fecha Muestreo: 27/07/2015 **Muestra:** M-1
Cliente: GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L.
Obra: ,

Nº Entrada: GE137/15
Referencia: IG-194115
Cota:

AGRESIVIDAD DE LAS AGUAS AL HORMIGÓN**Toma de Muestra s/UNE 83951:2008**

Valor del PH
UNE 83952:2008

Sulfatos (SO_4^{2-})
UNE 83956:2008

mg SO_4^{2-} /l

Dióxido libre (CO_2)
UNE 83954:2008

mg CO_2 /l

Residuo seco a 110°C
UNE 83957:2008

mg/l

Amonio (NH_4^+)
UNE 83954:2008

mg NH_4^+ /l

Cloruros CL^- **UNE**
7178:60

mg CL^- /l

Magnesio (Mg^{2+})
UNE 83955:2008

mg Mg^{2+} /l**Sulfitos**

mg/l

AGRESIVIDAD DE LOS SUELOS AL HORMIGON

Sulfatos (SO_4^{2-})
UNE 83963:2008

109 mg SO_4^{2-} /kg

Acidez Bauman-Gully
UNE 83962:2008

ml/kg

CONTENIDO EN MATERIA ORGÁNICA

Contenido en materia orgánica
método del permanganato potásico %
UNE 103204:1993/UNE 103204:1993 ERRATUM

Granada, viernes 07 de agosto de 2015

Juan P. Tolón González
Director de Laboratorio
Licenciado en Ciencias Químicas

Laboratorios de Tecnología Estructural S.L. LTE
C.I.F.: B-93.262.822
C/ Gregorio Marañón, 17
29320 Campillos (Málaga)

Francisco J. Navarro González
Responsable técnico de ensayos
Licenciado en Ciencias Geológicas

Nº ENTRADA	Nº ACTA	Nº REFERENCIA
RM 558/15	RM 558/15	IG-194115 M2

Ensayos

ENSAYO PARA CALULAR LA PRESIÓN DE HINCHAMIENTO DE UN SUELO EN EDÓMETRO UNE 103602:1996

ACTA DE RESULTADOS

Peticionario: GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES
 Ref. obra: IG-194115 M2
 Obra:
 F. Muestreo: 27/07/2015 F. Acta: 07/08/2015

Destinatario

GEOTECNIA AVANZADA DE LOS MATERIALES S.L.
 C/ CRISTOBAL COLÓN, Nº 37 2º
 18360 HUÉTOR TÁJAR
 GRANADA

RESULTADO DEL ENSAYO

N. Muestreo: Recogido en: por: AJENO
 Material: SUELO

Dimensiones de la Probeta.

Diámetro (D):	50	mm
Altura (L):	20	mm
Área (A):	19.64	cm ²
Volumen (V):	39.28	cm ³

Parámetros del Suelo.

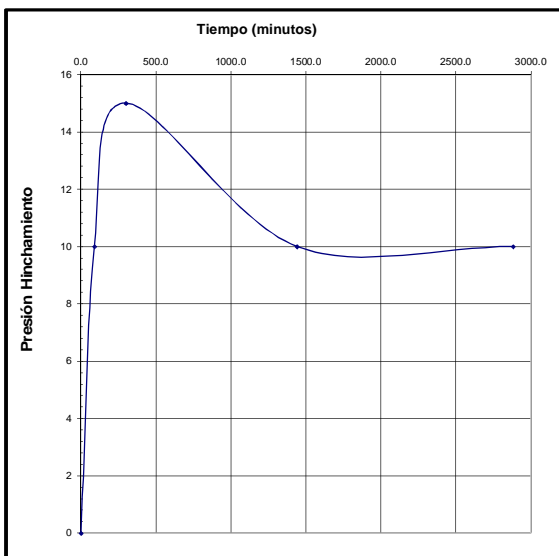
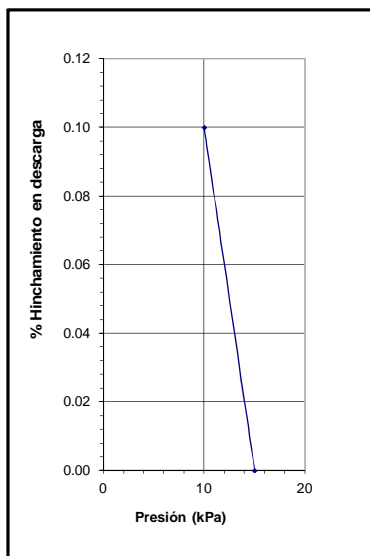
Peso específico partículas:	2.752	g/cm ³
Índice de Poros e_0 :	0.580	
Densidad seca:	1.74	g/cm ³
Humedad inicial:	20.69	%
Humedad final:	21.30	%

Condiciones del Ensayo:

Realizado a una presión de 0,1 kp/cm²

Tipo de muestra:

INALTERADA



Resultados del Ensayo

Presión de Hinchamiento (kPa)

15

Observaciones:

Pág. 1/1

DIRECTOR DE LABORATORIO

Fdo. D. Juan Pablo Tolón González

Licenciado en C. Químicas

RESPONSABLE TÉCNICO DE ENSAYOS

Fdo. D. Francisco J. Navarro González

Licenciado en Geología

Copias enviadas a:

Laboratorio Inscrito en el Registro de laboratorios de ensayos de control de calidad de la construcción y obra pública de Andalucía (Decreto 67/2011) y Registro General del Código Técnico de la Edificación de LECCE (R.D. 410/2010), con N° AND-L-149

ESTE INFORME SOLO AFECTARÁ A LOS MATERIALES SOMETIDOS A ENSAYO, PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN SIN APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO
 EL INTERVALO DE INCERTIDUMBRE DE ESTOS RESULTADOS ESTÁ A DISPOSICIÓN DEL CUENTE EN LABORATORIOS DE TECNOLOGÍA ESTRUCTURAL S.L.