

149/05

## ESTUDIO GEOTÉCNICO

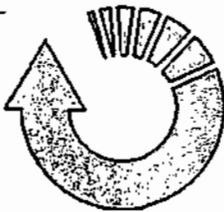
REDACCIÓN: octubre de 2005

PETICIONARIO: Gerencia de Urbanismo y Obras Municipales

TRABAJO: Guardería y comedor municipal en Los Mondragones

EXPEDIENTE: 2/A546/017 - PRESUPUESTO: 2005/70555



**cem**  **sa**

*Ingeniería y Control*

Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S A

Carretera de Pinos Puente Km 429, 18230 Granada

958 437 681

[www.cemosa.es](http://www.cemosa.es)

# ÍNDICE

## MEMORIA

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Introducción.....  | 1  |
| 2     | Trabajo realizado.....   | 1  |
| 2.1   | Trabajo de campo .....   | 1  |
| 2.2   | Trabajo de laboratorio .....   | 2  |
| 3     | Resultados .....   | 3  |
| 3.1   | Geología .....   | 3  |
| 3.1.1 | Localización geográfica .....  | 3  |
| 3.1.2 | Encuadre geológico general.....  | 3  |
| 3.1.3 | Encuadre geológico local .....   | 5  |
| 3.1.4 | Sismicidad.....  | 5  |
| 3.2   | Resultado del sondeo a rotación .....  | 6  |
| 3.3   | Resultados de los ensayos de laboratorio .....   | 8  |
| 4     | Análisis de resultados .....   | 9  |
| 4.1   | Propiedades geotécnicas del terreno .....  | 9  |
| 5     | Carga admisible del terreno .....  | 10 |
| 5.1   | Selección de los tipos de cimentación .....  | 10 |
| 5.2   | Concepto de carga admisible para cimentaciones superficiales .....                     | 11 |
| 5.2.1 | Concepto de presión de hundimiento .....   | 11 |
| 5.2.2 | Concepto de presión admisible frente al hundimiento .....                              | 11 |
| 5.2.3 | Concepto de presión admisible por asientos .....                                       | 11 |
| 5.2.4 | Concepto de presión admisible .....  | 12 |
| 5.2.5 | Efectos de la carga transmitida sobre el terreno: respuesta a corto y largo plazo..... | 13 |
| 5.3   | Hipótesis de cálculo .....   | 15 |
| 5.4   | Cálculo de la presión de hundimiento en suelos granulares (largo plazo).....           | 15 |
| 5.5   | Determinación de la carga admisible por asientos.....                                  | 18 |
| 5.6   | Obtención de la carga admisible final.....   | 19 |
| 5.7   | Coefficiente de balasto.....   | 20 |
| 6     | Referencias.....   | 21 |
| 7     | Resumen y recomendaciones .....  | 22 |
| 7.1   | Resumen de los trabajos realizados y de las conclusiones alcanzadas .....              | 22 |

## **ANEJOS**

- ANEJO 1. Planta de situación de prospecciones**
- ANEJO 2. Registro de sondeos a rotación**
- ANEJO 3. Fotografías de testigos de sondeos a rotación**
- ANEJO 4. Actas de ensayos de laboratorio**

# MEMORIA

## 1 Introducción

---

El presente documento constituye el Estudio Geotécnico solicitado a CEMOSA por la Gerencia de Urbanismo y Obras Municipales de Granada según presupuesto 2005/70555.

La zona en estudio es una parcela en Granada en la cual está prevista la construcción de una guardería y un comedor municipal que constarán de una planta sobre rasante.

El informe que a continuación se presenta recoge los siguientes aspectos:

- Características geotécnicas del terreno.
- Nivel freático.
- Tipo de cimentación recomendable y carga admisible.
- Sismicidad.
- Agresividad del agua y/o suelo para el hormigón.
- Recomendaciones generales.

En el capítulo 2 se detalla el trabajo realizado tanto en campo como en laboratorio. En el capítulo 3 se presentan los resultados de los trabajos realizados, los cuales son analizados en el capítulo 4. En el capítulo 5 se proponen las tipologías de cimentación más recomendables, identificando los niveles de apoyo y las cargas admisibles. Por último, en el capítulo 7 se resumen las conclusiones obtenidas y se ofrecen recomendaciones generales de interés geotécnico.

En el anejo Nº 1 se presenta un plano de localización de prospecciones. En el anejo Nº 2 se presenta el registro del sondeo a rotación con recuperación de testigo y en el anejo Nº 3 las fotografías de las cajas de testigo. Por último, en el anejo Nº 4 se presentan las actas de los ensayos de laboratorio.

## 2 Trabajo realizado

---

### 2.1 Trabajo de campo

Los trabajos de campo realizados se enumeran en la tabla Nº 1 y se describen en la tabla Nº 2.

TABLA 1. Trabajo de campo

| <i>Tipo</i> | <i>Unidades</i> | <i>Profundidad máxima alcanzada</i> |
|-------------|-----------------|-------------------------------------|
|-------------|-----------------|-------------------------------------|



### 3 Resultados

#### 3.1 Geología

##### 3.1.1 Localización geográfica

En la figura Nº 1 se reproduce un detalle de la topografía de la parcela de acuerdo con el plano editado por la Junta de Andalucía a escala 1:10.000; en la figura mencionada la escala ha sido modificada.

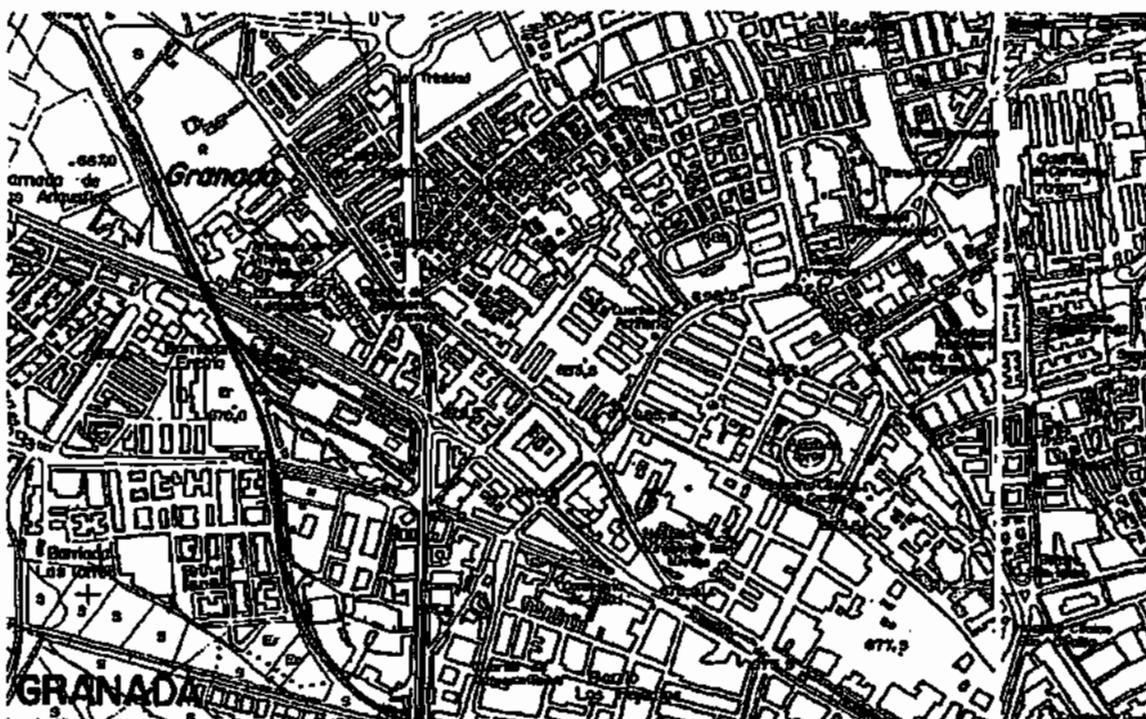


Figura Nº 1.- Topografía de la zona de estudio

Las coordenadas UTM aproximadas de la zona de estudio se exponen en la tabla Nº 4.

**TABLA 4. Coordenadas aproximadas UTM**

| X       | Y         |
|---------|-----------|
| 445.844 | 4.116.292 |

##### 3.1.2 Encuadre geológico general

La zona objeto de estudio se encuentra enclavada dentro de las Cordilleras Béticas las cuales forman, junto con las Cordilleras del Rif del norte de África, el segmento más occidental del orógeno alpino mediterráneo. Estas dos cordilleras, separadas en la actualidad por la cuenca neógena de Alborán, se localizan entre dos zócalos hercínicos, el Ibérico al norte y el Africano al sur, de acuerdo con lo reproducido en la figura Nº 2.

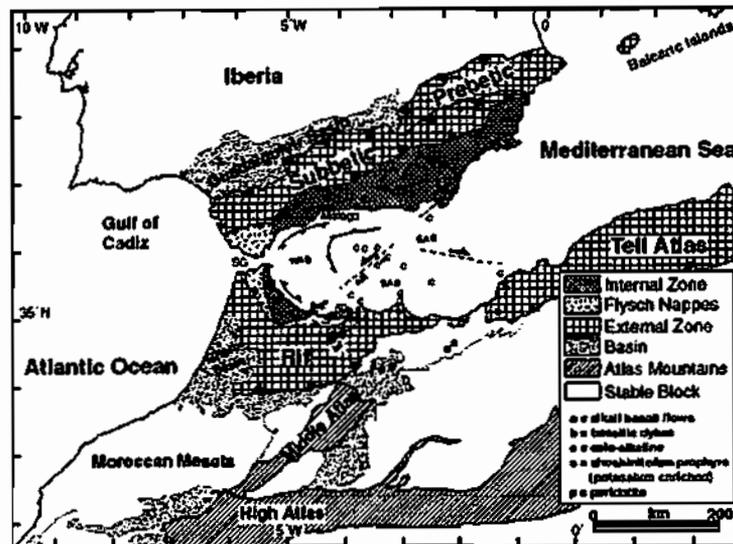


Figura Nº 2.- Encuadre geológico regional

Las Cordilleras Béticas se formaron como consecuencia del régimen compresivo que comenzó a finales del Cretácico y en ellas se pueden distinguir distintos dominios o zonas siendo las más importantes, ordenadas de norte a sur, las Zonas Externas y las Zonas Internas. Estas zonas, separadas y diferenciadas por un contacto tectónico, presentan además un origen paleogeográfico distinto.

Además de estas dos grandes zonas, existen otros dominios entre los que destacan las depresiones post-orogénicas terciarias, rellenas de materiales terciarios y cuaternarios procedentes de la erosión de los relieves circundantes.

La zona objeto de estudio se encuentra dentro de la depresión de Granada, una de estas cuencas post-orogénicas que se sitúa de manera discordante sobre el contacto entre las Zonas Externas y las Zonas Internas. La historia geológica de la depresión de Granada comienza a mediados del Mioceno, cuando se reanuda la sedimentación tras un periodo marcado por importantes inestabilidades tectónicas.

En el Mioceno superior se produce una transgresión marina, así como una elevación de relieves, que originan una importante avalancha conglomerática que se adosa a los bordes de la cuenca. En el Tortoniense superior esta cuenca marina se continentaliza y es sustituida por una cuenca endorreica de sedimentación lacustre.

En el Mioceno terminal debió ocurrir un rejuvenecimiento del relieve y/o un cambio climático importante que condicionó la instauración de un régimen fluvio-lacustre con importantes aparatos fluviales provenientes de las sierras circundantes. En el Pleistoceno medio – superior se reactivaron y/o crearon fracturas de importante salto que fueron y siguen siendo en la actualidad rellenas por los aportes del río Genil y sus afluentes.

### 3.1.3 Encuadre geológico local

En la figura N° 3 se reproduce la Hoja Granada del Mapa Geológico publicado por el IGME.



Figura N° 3.- Reproducción de mapa geológico MAGNA, Hoja de Granada 1009/19-41

Los materiales que aparecen en la zona de estudio son sedimentos aluviales con gran desarrollo de llanura de inundación del Pleistoceno, que se ordenan en secuencias positivas (gravas y arenas, limos, arcillas) con predominio de la fracción fina.

### 3.1.4 Sismicidad

Con objeto de que pueda cumplirse lo reglamentado en la Norma Sismorresistente NCSE-02 en la tabla N° 5 se ofrece la siguiente caracterización del terreno en términos de sismicidad. Para ello se atiende a lo estipulado en dicha normativa y, en particular, al mapa de peligrosidad sísmica reproducido en la figura N° 4.

TABLA 5. Información sísmica del terreno según NCSE-02

| Variable                                  | Símbolo   | Valor |
|---|-----------|-------|
| Aceleración sísmica de cálculo            | $a_c / g$ | 0.27  |
| Coefficiente de contribución              | K         | 1.0   |
| Aceleración sísmica básica                | $a_b / g$ | 0.23  |
| Coefficiente adimensional de riesgo       | $p$       | 1.0   |
| Coefficiente de amplificación del terreno | S         | 1.16  |
| Coefficiente del terreno                  | C         | 1.6   |



**TABLA 6. Testificación de los sondeos a rotación**

| <i>Sondeo</i> | <i>Cota inicio</i> | <i>Cota final</i> | <i>Descripción litológica</i>  |
|---------------|--------------------|-------------------|--|
| -             | <i>m</i>           | <i>m</i>          | -  |
| SR-1          | 0.00               | 0.20              | Homigón.   |
|               | 0.20               | 0.50              | Relleno. Arenas finas limosas de color marrón claro con bastantes cantos e indicios de restos cerámicos. |
|               | 0.50               | 2.50              | Limos arcillo-arenosos de color marrón con algunos cantos.   |
|               | 2.50               | 4.00              | Conglomerado de cantos en matriz arenolimsa de color marrón claro.                                       |
|               | 4.00               | 4.80              | Limos arcillo-arenosos de color marrón oscuro con algunos cantos.  |
|               | 4.80               | 5.80              | Limos arenosos de color marrón con algunos cantos.   |
|               | 5.80               | 6.10              | Conglomerado de cantos en matriz arenolimsa de color marrón claro.                                       |
|               | 6.10               | 7.00              | Limos arenosos de color marrón con algunos cantos.   |
|               | 7.00               | 7.60              | Conglomerado de cantos en matriz arenolimsa de color marrón claro.                                       |
|               | 7.60               | 9.00              | Arenas limosas de color marrón con algunos cantos.   |

**TABLA 7. Ensayos SPT en los sondeos a rotación**

| <i>Sondeo</i> | <i>Cota inicio</i> | <i>Golpeos / 15cm</i> | <i>N<sub>30</sub></i> |
|---------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| -             | <i>m</i>           | <i>m</i>              | -                     |
| SR-1          | 1.80               | 4-4-5                 | 9                     |
|               | 4.00               | 5-4-6                 | 10                    |
|               | 7.00               | 7-5-10                | 15                    |
|               | 9.00               | 3-7-8                 | 15                    |

**TABLA 8. Nivel freático**

| <i>Sondeo</i> | <i>Nivel freático</i> | <i>Fecha</i> |
|---------------|-----------------------|--------------|
| -             | <i>m</i>              | -            |
| SR-1          | No detectado          | 17/10/05     |

### 3.3 Resultados de los ensayos de laboratorio

Las actas de los ensayos de laboratorio realizados se reproducen en el anejo Nº 4. En las tablas Nº 9 y 10 se ofrece un resumen de los datos obtenidos.

**TABLA 9. Resultados de ensayos de laboratorio: propiedades de estado**

| <i>Prospección</i> | <i>Cota inicio</i> | <i>Cota fin</i> | <i>Clasificación USCS</i> | <i>Tamiz 5mm</i> | <i>Tamiz 0.08mm</i> | <i>LL</i> | <i>LP</i> | <i>IP</i> | <i>Humedad natural</i> | <i>Densidad aparente</i> |
|--------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|--------------------------|
| -                  | <i>m</i>           | <i>m</i>        | -                         | %                | %                   | %         | %         | %         | %                      | <i>gr/cm<sup>3</sup></i> |
| SR-1               | 1.20               | 1.80            | CL                        | 88.9             | 65.6                | 30.5      | 18.9      | 11.6      | 10.4                   | 1.99                     |
| SR-1               | 3.40               | 4.00            | GM                        | 55.2             | 12.3                | NP        | NP        | NP        | -                      | -                        |

Abreviaturas:

USCS (Unified Soil Classification System), LL (límite líquido), LP (límite plástico), IP (índice de plasticidad), NP (no plástico)

**TABLA 10. Resultados de ensayos de laboratorio: agresividad del suelo**

| <i>Prospección</i> | <i>Cota inicio</i> | <i>Cota fin</i> | <i>Sulfatos</i> | <i>Acidez Baumann Gully</i> | <i>Agresividad (EHE Artº 37.3.4)</i> |
|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| -                  | <i>m</i>           | <i>m</i>        | <i>mg/Kg</i>    | <i>ml/Kg</i>                | -                                    |
| SR-1               | 1.20               | 1.80            | NC              | 0.0                         | No agresivo                          |

Abreviaturas:

NC (no contiene)

Nota sobre agresividad: Según el Artº 37.3.4 de la EHE: "En el caso particular de existencia de sulfatos, el cemento deberá poseer la característica adicional de resistencia a los sulfatos, según la UNE 80303:96, siempre que su contenido sea igual o mayor que 600 mg/l en el caso de aguas, o igual o mayor que 3000 mg/kg, en el caso de suelos".

Baumann-Gully: débil si > 20 mg/Kg

Sulfatos: agresividad débil si > 2000 mg/Kg, media si > 6000 mg/Kg, fuerte si > 12000 mg/Kg

## 4 Análisis de resultados

### 4.1 Propiedades geotécnicas del terreno

Los ensayos realizados en la parcela objeto de estudio han permitido diferenciar los siguientes niveles geotécnicos:

#### I-Relleno

Este nivel ha sido detectado hasta 0.50 m de profundidad, y consiste en arenas finas limosas con bastantes cantos e indicios de restos cerámicos.

Este nivel se considera inadecuado como nivel de apoyo de la cimentación debido entre otras causas a su heterogeneidad y escasa resistencia, por lo que deberá ser eliminado.

#### II-Limos arcillosos, arenas y conglomerados

Este nivel ha sido detectado bajo el anterior y hasta la profundidad de finalización del sondeo (9.00 m), y consiste en alternancias de limos arcillosos, arenas y conglomerados.

Los ensayos SPT realizados en el sondeo han calificado la compacidad del terreno como suelta hasta 2.50 m, aumentando a continuación a media. En la siguiente figura se muestran los resultados de los ensayos SPT realizados:

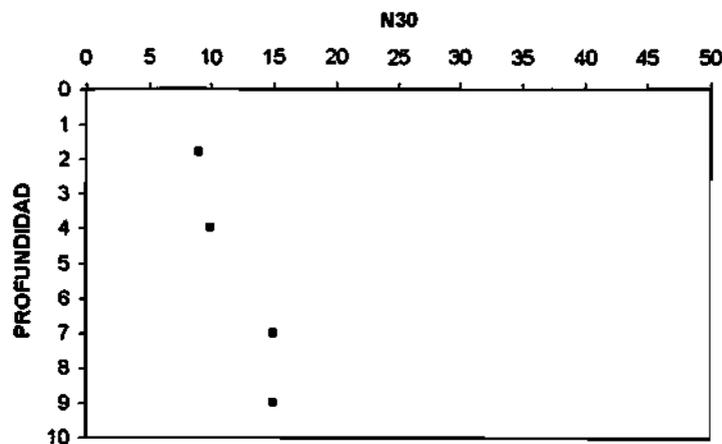


Figura N° 5.- N<sub>30</sub> en profundidad

Los ensayos de identificación realizados han permitido clasificar los materiales existentes a 1.2 m como CL (arcillas poco plásticas) con contenidos medios en las fracciones tamaño grava, arena y finos (limos y/o arcillas) de 11.1%, 23.3% y 65.6% respectivamente, y a 3.4 m como GM (gravas limosas) con contenidos medios en las fracciones tamaño grava, arena y finos (limos) de 44.8%, 42.9% y 12.3% respectivamente. En las siguientes figuras se muestran las distribuciones granulométricas en cada uno de los ensayos realizados:

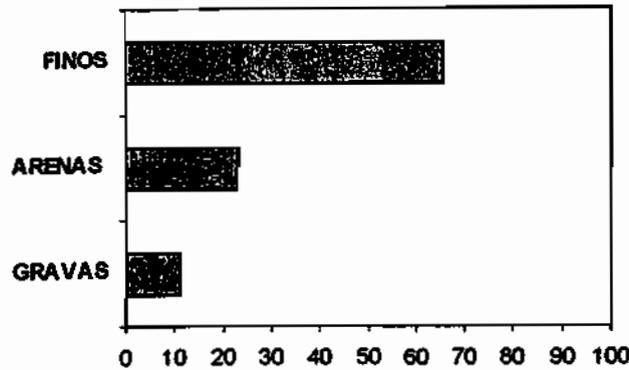


Figura N° 6.- Distribución granulométrica a 1.2 m

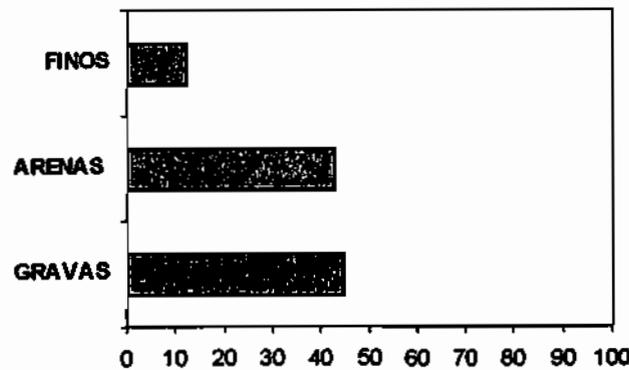


Figura N° 7.- Distribución granulométrica a 3.4 m

Los ensayos de humedad y densidad aparente realizados a 1.2 m han mostrado valores de estos parámetros de 10.4% y 1.99gr/cm<sup>3</sup>.

Los ensayos de agresividad realizados a 1.2 m se presentan en la tabla 10. De acuerdo con la EHE, la clase general de exposición es IIa (clase normal, humedad alta para los elementos de cimentación). En este sentido, se estará a lo dispuesto en la EHE (Art° 37) en lo relativo a relación máxima agua / cemento, dosificación mínima de cemento y resistencia mínima exigible.

No se ha detectado la presencia del nivel freático en el sondeo realizado.

## 5 Carga admisible del terreno

### 5.1 Selección de los tipos de cimentación

De acuerdo con los resultados obtenidos tanto en campo como en laboratorio se considera adecuado cimentar la edificaciones previstas de manera superficial mediante zapatas aisladas cuadradas o corridas o mediante losa, debiendo quedar el canto de la cimentación empotrado en los limos arcillosos del nivel geotécnico II, detectados en el punto de ejecución del sondeo a partir de 0.50 m.

Es sumamente importante, en caso de cimentar mediante zapatas, que el apoyo de las mismas se realice en el mismo tipo de material (tanto en lo referente a su litología como a su compacidad) para evitar la aparición de asientos diferenciales inadmisibles.

## 5.2 Concepto de carga admisible para cimentaciones superficiales

### 5.2.1 Concepto de presión de hundimiento

Se define la presión de hundimiento de una cimentación como aquélla que provoca la rotura del terreno de apoyo.

Aunque se han descrito diversos mecanismos del hundimiento de cimentaciones gran parte de las teorías existentes parten del modelo estudiado por Prandtl (1920) en el cual se considera al suelo como un medio perfectamente plástico. En la figura N° 6 se reproduce la rotura de un suelo, sobre el cual se apoya una cimentación, y se puede observar la formación de posibles líneas de fractura en el terreno.

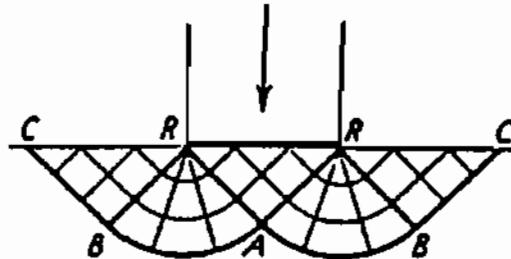


Figura N° 8.- Mecanismo de rotura por hundimiento de una cimentación en medio plástico (Prandtl 1920)

### 5.2.2 Concepto de presión admisible frente al hundimiento

Se define la presión admisible frente al hundimiento como aquélla que mantiene un nivel de seguridad adecuado frente a la rotura del terreno. Se obtiene la presión admisible frente al hundimiento al dividir la presión de hundimiento por un coeficiente de seguridad. Dicho coeficiente depende de diversos factores como el grado de conocimiento de la geología local, la calidad alcanzada en la parametrización de materiales y la precisión de los métodos de cálculo utilizados. Sin embargo, es una práctica habitual considerar un coeficiente de seguridad frente al hundimiento de tres.

### 5.2.3 Concepto de presión admisible por asientos

La carga que transmite la estructura a la cimentación genera un campo de deformaciones en el terreno lo cual supone un asiento o descenso vertical de la propia cimentación y de la estructura soportada.

Se define la presión admisible por asientos como aquélla que genera deformaciones en el terreno que pueden ser asumidas por la estructura. Lógicamente, la primera cuestión a resolver es cuál es el asiento que pueden soportar las estructuras a cimentar.

A título orientativo la norma NBE-AE-88 fija los asientos admisibles según se indica en la tabla 11.

**TABLA 11. Asientos generales admisibles según NBE-AE-88**

| <i>Características del edificio</i>                            | <i>Asiento general máximo (mm)</i> |                           |
|--|------------------------------------|---------------------------|
|  | <i>Terrenos no cohesivos</i>       | <i>Terrenos cohesivos</i> |
| Obras de carácter monumental                                   | 12                                 | 25                        |
| Edificios con estructura de hormigón armado de gran rigidez    | 35                                 | 50                        |
| Edificios con estructura de hormigón armado de pequeña rigidez |                                    |                           |
| Estructuras metálicas hiperestáticas                           | 50                                 | 75                        |
| Edificios con muros de fábrica                                 |                                    |                           |
| Estructuras metálicas isostáticas                              |                                    |                           |
| Estructuras de madera  | 50 *                               | 75 *                      |
| Estructuras provisionales                                      |                                    |                           |

(\*) : comprobando que no se produce desorganización en la estructura ni en los cerramientos

Por otra parte, los daños en la estructura están asociados a los asientos diferenciales entre los distintos apoyos. Los criterios más habituales de limitación de asientos diferenciales se recogen en la tabla 12.

**TABLA 12. Asientos admisibles en función de la distorsión angular**

| <i>Características del edificio</i>        | <i>Distorsión angular <math>\beta</math> *</i> |
|--|--|
| Límite de seguridad frente a la fisuración | 1 / 500  |
| Aparición de fisuras en muros y tabiques   | 1 / 300  |
| Fisuras y daños en elementos estructurales | 1 / 150  |

(\*) : diferencia de asientos entre dos puntos dividida por la distancia en planta entre dichos puntos

Para realizar un estudio más profundo de los asientos admisibles puede consultarse la propuesta realizada por Burland y Wroth (1974).

Una vez que se defina en Proyecto la tipología de las estructuras será necesario que se establezcan los asientos que admite cada una de las estructuras contempladas. En el presente Estudio Geotécnico se ofrece una metodología de cálculo para la determinación del asiento de las cimentaciones de tal modo que pueda posteriormente comprobarse que generan deformaciones admisibles para la estructura.

#### 5.2.4 Concepto de presión admisible

Se define la presión admisible como aquélla que cumple el criterio de seguridad frente al hundimiento y que no genera asientos inadmisibles. En definitiva, la presión

admisible de la cimentación es el menor valor de entre la presión admisible frente al hundimiento y la presión admisible por asientos.

### 5.2.5 *Efectos de la carga transmitida sobre el terreno: respuesta a corto y largo plazo*

Supóngase, por simplicidad, que la cimentación transmite repentinamente una determinada presión sobre el terreno y que éste se encuentra saturado (por ejemplo, porque el nivel freático se encuentra en superficie). Inicialmente, la totalidad de la presión aplicada es transmitida al agua de los poros del suelo; se genera, de este modo, lo que se denomina un exceso de presión intersticial o presión neutra ( $u_e$ ).

Inmediatamente después de la aplicación de la carga se inicia un proceso de consolidación consistente en la disipación paulatina de presiones neutras en exceso y la generación consecuente de presiones efectivas en el esqueleto de partículas sólidas del suelo. La disipación de presiones neutras en exceso se debe a la filtración de agua, que es expulsada parcialmente de la zona cargada del suelo. Este proceso de expulsión de agua tiene dos efectos simultáneos: la generación de asientos y el aumento de la resistencia al corte del terreno.

El proceso de consolidación descrito arranca con un ritmo considerable para ir atenuándose poco a poco con el paso del tiempo; la velocidad con que se lleva a cabo depende fundamentalmente de la permeabilidad del suelo y de su compresibilidad. A medida que se aplican cargas sucesivas (colocación de la zapata, construcción de la estructura, cargas de servicio, etc) se generan nuevos procesos de consolidación que se van superponiendo unos a otros y, en definitiva, se van generando asientos y el terreno va mejorando sus propiedades resistentes.

Resulta extremadamente difícil reproducir dichos procesos mediante modelos de cálculo analíticos sencillos. Por este motivo es tradicional obtener la presión admisible por hundimiento mediante dos teorías distintas, una de ellas se aplica a suelos cohesivos (limos y arcillas) y otra a suelos granulares (arenas y gravas).

En el caso de terrenos cohesivos el coeficiente de permeabilidad del terreno es bajo y, por lo tanto, el proceso de consolidación tiene lugar en largos periodos de tiempo que, en general, son muy superiores al tiempo de ejecución de la obra y puesta en carga de la cimentación. De este modo, dado que el terreno no va a tener tiempo para consolidar, resulta conveniente asegurarse de que el suelo tiene, antes de colocar la cimentación, la resistencia necesaria para recibir la carga de la cimentación sin romperse. Por este motivo se caracteriza al suelo mediante parámetros de resistencia a corto plazo (ángulo de rozamiento sin drenaje [ $\phi_u$ ] y cohesión sin drenaje [ $c_u$ ]) los cuales se obtienen en ensayos de rotura sin drenaje o se deducen de ensayos in situ.

Los suelos granulares tienen una permeabilidad muy superior a la de los suelos cohesivos. El ritmo con el que, por ejemplo, una arena disipa las presiones neutras en exceso es muy superior al ritmo de ejecución de la propia obra. De esta forma, en el momento en que se aplica la totalidad de la carga el terreno ha drenado casi toda el agua que desea expulsar y ha mejorado sus propiedades de resistencia. Así, en el

caso de terrenos granulares se utilizan modelos de cálculo a largo plazo los cuales usan parámetros drenados del suelo (ángulo de rozamiento interno efectivo  $[\phi']$  ) y cohesión efectiva  $[c']$  ).

En cuanto a la limitación de asientos es evidente que la situación más desfavorable se produce a largo plazo, independientemente del tipo de terreno y del ritmo con que se vayan generando las deformaciones.

**TABLA 13. Definiciones para el estudio de cimentaciones superficiales**

| <i>Símbolo</i>  | <i>Variable y definición</i>   |
|---|--|
| $q_b$   | Presión de carga total bruta<br>Presión vertical en el plano de cimentación debida a todas las cargas sobre dicho plano.   |
| $q_{neta} = q_b - p_o$                                  | Presión de carga neta<br>Diferencia entre la presión de carga bruta y la presión vertical total en el terreno adyacente en el plano de cimentación   |
| $q_b' = q_b - u$  | Presión de carga efectiva bruta<br>Diferencia entre la presión de carga bruta y la presión neutra en el plano de cimentación   |
| $q'_{neta} = q_b' - p'_o =$<br>$= q_b - p_o = q_{neta}$ | Presión de carga efectiva neta<br>Diferencia entre la presión de carga efectiva bruta y la presión vertical efectiva en el terreno adyacente en el plano de cimentación  |
| $q_f$   | Presión de carga de hundimiento<br>Presión de carga para la cual el terreno rompe por plastificación provocando el hundimiento o fallo de la cimentación. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta (ejemplo: $q'_{net,f}$ es la presión de carga efectiva neta que produce la rotura del terreno) |
| $q_s$   | Presión de carga segura máxima<br>Es la presión de carga para la cual el riesgo de hundimiento es adecuadamente pequeño. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta   |
| $q_{adm}$   | Presión de carga admisible<br>Es la presión de carga admisible desde el punto de vista del hundimiento y del asentamiento. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta   |
| $q_w$   | Presión de carga de trabajo<br>Presión de carga a la que se somete la cimentación. Puede ser expresada en términos totales o efectivos, como presión de conjunto o como presión neta.  |
| $q$   | Presión de carga de conjunto<br>Presión vertical en el plano de cimentación debida a todas las cargas sobre dicho plano.   |

### 5.3 Hipótesis de cálculo

Las hipótesis para el cálculo de carga admisible, tanto por hundimiento como por asientos, se resumen en la siguiente tabla.

**TABLA 14. Hipótesis de cálculo**

|  |                        |                        |     |
|--|------------------------|------------------------|-----|
| Tipología de cimentación                           | -                      | Zapatas o losa         |     |
| Profundidad de empotramiento de la cimentación     | m                      | 0.5                    |     |
| Densidad del terreno sobre el plano de cimentación | T/m <sup>3</sup>       | 1.9                    |     |
| Densidad del terreno bajo el plano de cimentación  | T/m <sup>3</sup>       | 1.9                    |     |
| Análisis para carga de hundimiento                 | -                      | Largo plazo            |     |
| Ángulo de rozamiento efectivo                      | °                      | 26                     |     |
| Cohesión efectiva                                  | Kp/cm <sup>2</sup>     | 0                      |     |
| Modelo constitutivo para estimación de asientos    | -                      | Elástico – largo plazo |     |
| Asiento admisible                                  | cm                     | 3.5                    |     |
| Compresibilidad del terreno bajo la cimentación    | Potencia               | E'                     | v   |
|  | m                      | Kp/cm <sup>2</sup>     | -   |
| Nivel 1  | 2.0                    | 60                     | 0.3 |
| Nivel 2  | 4.5                    | 100                    | 0.3 |
| Nivel 3  | Influencia cimentación | 160                    | 0.3 |

### 5.4 Cálculo de la presión de hundimiento en suelos granulares (largo plazo)

En este caso, la expresión general de presión de hundimiento propuesta por Hansen (1970) adopta la siguiente expresión:

$$q'_f = s_c d_c i_c b_c g_c c' N_c + s_q d_q i_q b_q g_q p'_o N_q + s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma \frac{B}{2} \gamma' N_\gamma$$

En la tabla siguiente se recoge el significado de cada una de las variables presentes en dicha expresión así como las fórmulas de los coeficientes correctores.

**TABLA 15. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo**

| Variable | Definición |
|----------|------------|
|----------|------------|

**TABLA 15. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo**

| <i>Variable</i> | <i>Definición</i>  |   |
|-----------------|--|---|
| $q'_t$          | Presión efectiva de carga de hundimiento   |   |
| $B$             | Longitud menor en planta de la cimentación   |   |
| $L$             | Longitud mayor en planta de la cimentación   |   |
| $D$             | Profundidad del plano de cimentación   |   |
| $N_c$           | Coefficiente de capacidad de carga para la cohesión efectiva                             | $N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$  |
| $N_q$           | Coefficiente de capacidad de carga para la presión de tierras en el plano de cimentación | $N_q = \frac{1 + \sin \phi'}{1 - \sin \phi'} \exp(\pi \tan \phi')$  |
| $N_g$           | Coefficiente de capacidad de carga para el peso propio del terreno                       | $N_g = 1.5(N_q - 1) \tan \phi'$   |
| $s_c$           | Coefficiente de forma  | $s_c = 1 + \frac{BN_q}{LN_c}$   |
| $s_q$           | Coefficiente de forma  | $s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi'$  |
| $s_g$           | Coefficiente de forma  | $s_g = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$   |
| $d_c$           | Coefficiente de profundidad  | $d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \tan \phi'}$  |
| $d_q$           | Coefficiente de profundidad  | $d_q (D < B) = 1 + \frac{2D}{B} \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2$ $d_q (D > B) = 1 + 2 \arctan \left( \frac{D}{B} \right) \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2$ |
| $d_g$           | Coefficiente de profundidad  | $d_g = 1$   |
| $i_c$           | Coefficiente de inclinación de la carga  | $i_c = i_g - \frac{1 - i_g}{N_c \tan \phi'}$  |
| $i_q$           | Coefficiente de inclinación de la carga  | $i_q = \left( 1 - \frac{H}{V + BLc' \cot \phi'} \right)^m; m = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}}$   |
| $i_g$           | Coefficiente de inclinación de la carga  | $i_g = \left( 1 - \frac{H}{V + BLc' \cot \phi'} \right)^{m+1}$  |

**TABLA 15. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo**

| <i>Variable</i> | <i>Definición</i>                                      |                                    |
|-----------------|--|------------------------------------|
| $b_c$           | Coefficiente de inclinación del plano de cimentación   | $b_c = e^{-2.7 \tan \phi'}$        |
| $b_q$           | Coefficiente de inclinación del plano de cimentación   | $b_q = e^{-2.7 \tan \phi'}$        |
| $b_g$           | Coefficiente de inclinación del plano de cimentación   | $b_g = 1 - \frac{2\nu}{2 + \pi}$   |
| $g_c$           | Coefficiente de inclinación del terreno de cimentación | $g_c = 1 - \frac{2\beta}{2 + \pi}$ |
| $g_q$           | Coefficiente de inclinación del terreno de cimentación | $g_q = (1 - 0.5 \tan \beta)^3$     |
| $g_s$           | Coefficiente de inclinación del terreno de cimentación | $g_r = (1 - 0.5 \tan \beta)^3$     |

Por otra parte, Hansen (1970) define el concepto de área efectiva de cimentación; en el caso de que el centro de la planta de cimentación no coincida con la vertical de la resultante de las cargas al nivel de cimentación deberá considerarse que la zapata tiene una superficie reducida o efectiva de tal modo que su centro geométrico coincida con la resultante de cargas. La figura siguiente esquematiza tal situación mediante tres ejemplos gráficos.

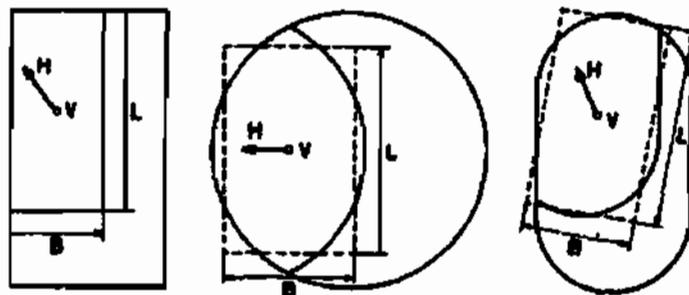


Figura N° 9.- Aplicación del concepto de área efectiva de cimentación (Hansen 1970)

De acuerdo con las hipótesis de cálculo adoptadas se ofrece, en las tablas 16 y 17, el valor deducido de carga admisible por hundimiento en la cual se han introducido los coeficientes de forma  $s_c$ ,  $s_q$ ,  $s_r$  (la aplicación del resto de coeficientes debe realizarse a nivel de Proyecto).

**TABLA 16. Carga admisible por hundimiento para zapatas**

| Ancho de zapata | Zapata cuadrada          | Zapata corrida           |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>m</i>        | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> |
| 1.5             | 1.0                      | 1.0                      |
| 2.0             | 1.1                      | 1.2                      |
| 2.5             | 1.2                      | 1.4                      |
| 3.0             | 1.3                      | 1.6                      |
| 3.5             | 1.4                      | 1.8                      |

**TABLA 17. Carga admisible por hundimiento para losas**

| Ancho de losa | Losa                     |
|---------------|--------------------------|
| <i>m</i>      | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> |
| Independiente | 1.8                      |

### 5.5 Determinación de la carga admisible por asientos

Para la estimación del asiento total se va a emplear el método aproximado de Steinbrenner (1936), que considera el terreno situado bajo la cimentación como un semiespacio elástico. Según este método, el asiento viene dado por la siguiente expresión:

$$S_s = \frac{q_b \cdot B}{2 \cdot E} (A \cdot N_1 \cdot (a, b, c) - B \cdot N_2 \cdot (a, b, c))$$

En la tabla siguiente se recoge el significado de cada una de las variables presentes en dicha expresión.

**TABLA 18. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo**

| Variable  | Definición   |
|-----------|--|
| $q_b$     | Presión bruta (efectiva) transmitida por la cimentación al terreno |
| $B$       | Longitud menor en planta de la cimentación                         |
| $E$       | Módulo de elasticidad  |
| $A$ y $B$ | Coefficientes dependientes del módulo de Poisson considerado       |

**TABLA 18. Variables para el estudio de cimentaciones superficiales a largo plazo**

| <i>Variable</i> | <i>Definición</i>  |
|-----------------|--|
| $N_1$ y $N_2$   | Funciones dependientes de las dimensiones de la cimentación y de la profundidad estimada |

De acuerdo con las hipótesis de cálculo antes mencionadas se ofrece, a continuación, la estimación de cargas admisibles por asientos.

**TABLA 19. Carga admisible por asientos para zapatas**

| <i>Ancho de zapata</i> | <i>Zapata cuadrada</i>   | <i>Zapata corrida</i>    |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>m</i>               | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> |
| 1.5                    | 2.3                      | 1.9                      |
| 2.0                    | 1.9                      | 1.6                      |
| 2.5                    | 1.6                      | 1.4                      |
| 3.0                    | 1.4                      | 1.2                      |
| 3.5                    | 1.3                      | 1.1                      |

**TABLA 20. Carga admisible por asientos para losas**

| <i>Ancho de losa</i> | <i>Losa</i>              |
|----------------------|--------------------------|
| <i>m</i>             | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> |
| 10.0                 | 0.9                      |
| 15.0                 | 0.8                      |
| 20.0                 | 0.8                      |
| 25.0                 | 0.8                      |
| 30.0                 | 0.8                      |

### 5.6 Obtención de la carga admisible final

Teniendo en cuenta las limitaciones de carga por hundimiento y por asientos se obtiene la carga admisible final recogida en las siguientes tablas.

Con carácter general puede adoptarse, para zapatas y losas de dimensiones habituales (lado entre 1.5 m y 3.5 m en el caso de zapatas y entre 10.0 y 30.0 m

en el caso de losas) una carga admisible de 1.0 Kp/cm<sup>2</sup> y 0.8 Kp/cm<sup>2</sup> respectivamente, si bien podrá atenderse, en cualquier caso, a los indicado en las tablas N° 21 y 22 del presente informe.

**TABLA 21. Carga admisible final para zapatas**

| <i>Ancho de zapata</i> | <i>Zapata cuadrada</i>   |                 | <i>Zapata corrida</i>    |                 |
|------------------------|--------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|
|                        | <i>Carga admisible</i>   | <i>Criterio</i> | <i>Carga admisible</i>   | <i>Criterio</i> |
| <i>m</i>               | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> | -               | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> | -               |
| 1.5                    | 1.0                      | Hundimiento     | 1.0                      | Hundimiento     |
| 2.0                    | 1.1                      | Hundimiento     | 1.2                      | Hundimiento     |
| 2.5                    | 1.2                      | Hundimiento     | 1.4                      | Asientos        |
| 3.0                    | 1.3                      | Hundimiento     | 1.2                      | Asientos        |
| 3.5                    | 1.3                      | Asientos        | 1.1                      | Asientos        |

**TABLA 22. Carga admisible final para losas**

| <i>Ancho de losa</i> | <i>Carga admisible</i>   | <i>Criterio</i> |
|----------------------|--------------------------|-----------------|
| <i>m</i>             | <i>Kp/cm<sup>2</sup></i> | -               |
| 10.0                 | 0.9                      | Asientos        |
| 15.0                 | 0.8                      | Asientos        |
| 20.0                 | 0.8                      | Asientos        |
| 25.0                 | 0.8                      | Asientos        |
| 30.0                 | 0.8                      | Asientos        |

### 5.7 Coeficiente de balasto

El semiespacio de Winkler (1867) es un medio elástico sin rigidez transversal en el que los desplazamientos verticales (*s*) son proporcionales a la presión vertical efectiva ( $\sigma'_v$ ), con un coeficiente de proporcionalidad *K* llamado coeficiente de balasto que tiene unidades de peso específico.

El modelo de Winkler permite estudiar, de una forma sencilla, la interacción entre el terreno y los elementos de cimentación. De este modo pueden obtenerse leyes de presiones en el contacto de la cimentación con el suelo y, finalmente, dimensionar adecuadamente los elementos estructurales.

El coeficiente de balasto puede estimarse a partir de tablas publicadas en la bibliografía, las cuales consideran la naturaleza y otras propiedades del terreno de apoyo. También es posible ajustar su valor mediante ensayos in situ.

La principal dificultad de este modelo estriba en que el coeficiente de balasto no es un parámetro intrínseco del terreno ya que también depende de las dimensiones en planta de la cimentación. Por este motivo en las tablas aparece el coeficiente de balasto ( $K_{30}$ ) para una placa de 30 x 30 cm (dimensiones habituales de una placa de carga). Algunos autores han propuesto fórmulas para ajustar este coeficiente de balasto ( $K_{30}$ ) a las dimensiones de la cimentación. Por ejemplo, para zapatas cuadradas de ancho  $b$  en terrenos granulares se puede estimar el coeficiente de balasto operativo, según Terzaghi (1955), mediante la siguiente expresión:

$$K = K_{30} \left( \frac{b + 0,30}{2b} \right)^2$$

Para terrenos cohesivos Terzaghi (1955) sugiere la siguiente relación:

$$K = K_{30} \left( \frac{0,30}{b} \right)$$

De acuerdo con lo anterior se propone un coeficiente de balasto, para placas de 0,30x0,30 m<sup>2</sup>, de 1.5 kp/cm<sup>3</sup>.

## 6 Referencias

---

Para la redacción del presente informe se ha recurrido a las siguientes fuentes bibliográficas.

- Burland J B y Wroth C P (1974). Settlement of buildings and associated damage. State-of-the-art review. Proceedings Conference Settlement of Structures. Cambridge, Pentech Press, Londres, pp 661-654.
- Dirección General de la Vivienda, la Arquitectura y el Urbanismo, Ministerio de Fomento (2003). Documento Básico SE-C – Seguridad Estructural, Cimentaciones; Código Técnico de la Edificación, 170pp.
- Dirección General para la Vivienda y Arquitectura, Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1988). Norma Básica de la Edificación – Acciones en la Edificación (NBE-AE-88).
- Hansen, B J (1970). A Revised and Extended Formula for Bearing Capacity. Danish Geotechnical Institute, Bulletin No 28.
- IGME. Hoja1009 Granada del Mapa Geológico de España. E. 1:50.000
- Jiménez Salas J A y Justo Alpañes, J L (1975). Geotecnia y Cimientos I : Propiedades de los suelos y de las rocas. Editorial Rueda, Alcorcón (Madrid), 466 pp.



Las cargas admisibles para la cimentación, cumpliendo los requisitos de seguridad frente al hundimiento y siendo admisibles por asientos, vienen recogidas en las tablas 21 y 22.

## 7.2 Recomendaciones generales

Las conclusiones alcanzadas en el presente estudio geotécnico se basan en reconocimientos puntuales en campo y en análisis de laboratorio realizados sobre muestras, también puntuales, extraídas del terreno. De este modo cabe la posibilidad de que existan diferencias, en cuanto a las características geológicas y geotécnicas del terreno, entre la interpretación que se expone en el presente estudio y los condicionantes realmente presentes en el subsuelo.

Por estos motivos, antes de proceder a la realización de la estructura de cimentación un técnico competente deberá comprobar visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con lo estimado en el presente estudio geotécnico. En particular se deberá comprobar lo siguiente:

- La estratigrafía coincide con la estimada en el presente estudio geotécnico.
- El nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas en dicho estudio.
- La resistencia y humedad del terreno encontrado al nivel de cimentación coinciden con las supuestas en el presente estudio geotécnico.
- No se detectan defectos evidentes tales como cavidades, fallas, galerías, pozos, etc.
- No se detectan corrientes subterráneas que puedan provocar socavación o arrastres.
- El terreno no es agresivo para los materiales de las zapatas o de la losa, y en caso de que lo sea se cumple lo estipulado al respecto en la normativa vigente.

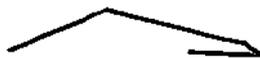
El presente estudio geotécnico consta de una memoria de 23 páginas y de 4 anejos a la memoria.

En Granada, a 28 de octubre de 2005.



Fdo. María Megía Cardeñoso

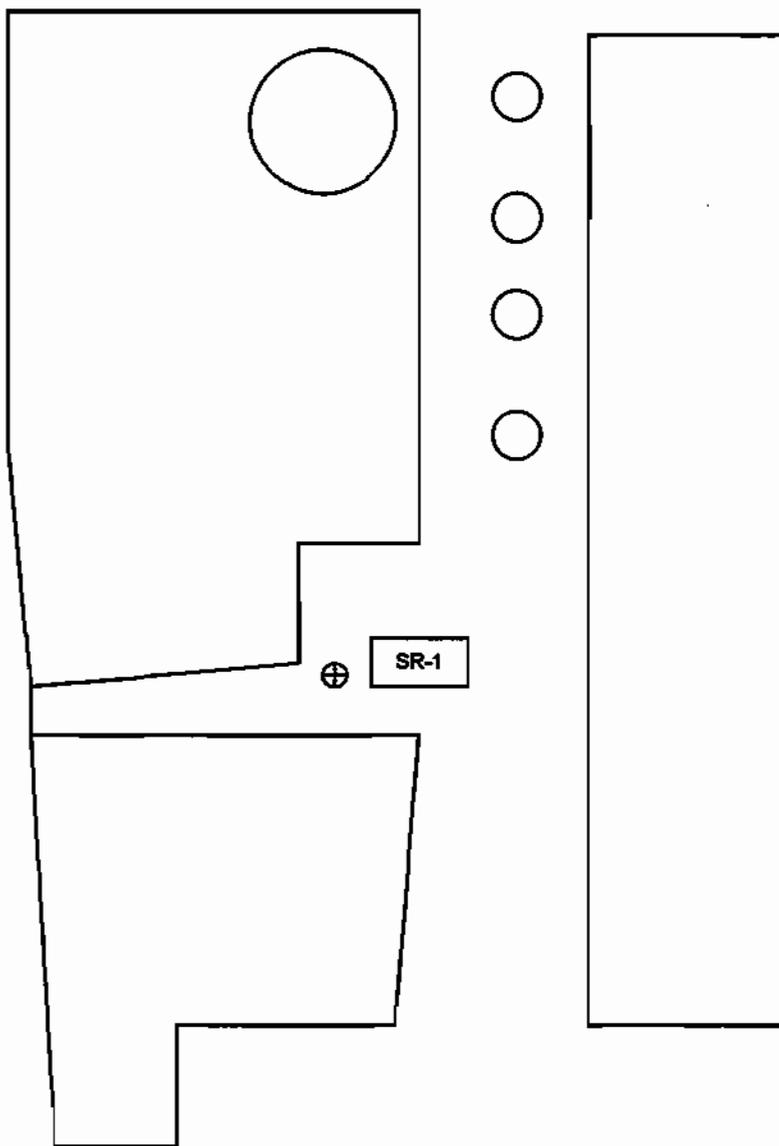
Ingeniero de Caminos, C y P



Fdo. María del Mar Sáez Martínez

Licenciada en CC. Geológicas

## **ANEJO 1. Planta de situación de prospecciones**



## **ANEJO 2. Registro de sondeos a rotación**

### Hoja de resultados de testificación del sondeo

Cliente: GERENCIA DE URBANISMO Y OBRAS MUNI

Trabajo: E.G. GUARDERIA Y COMEDOR MUNICIPAL EN LOS MONDRAGONES. GRANADA

Profundidad: 9,00 m

Fecha: 17/10/2005

Sondeo N°: 1

Hoja 1 de 1

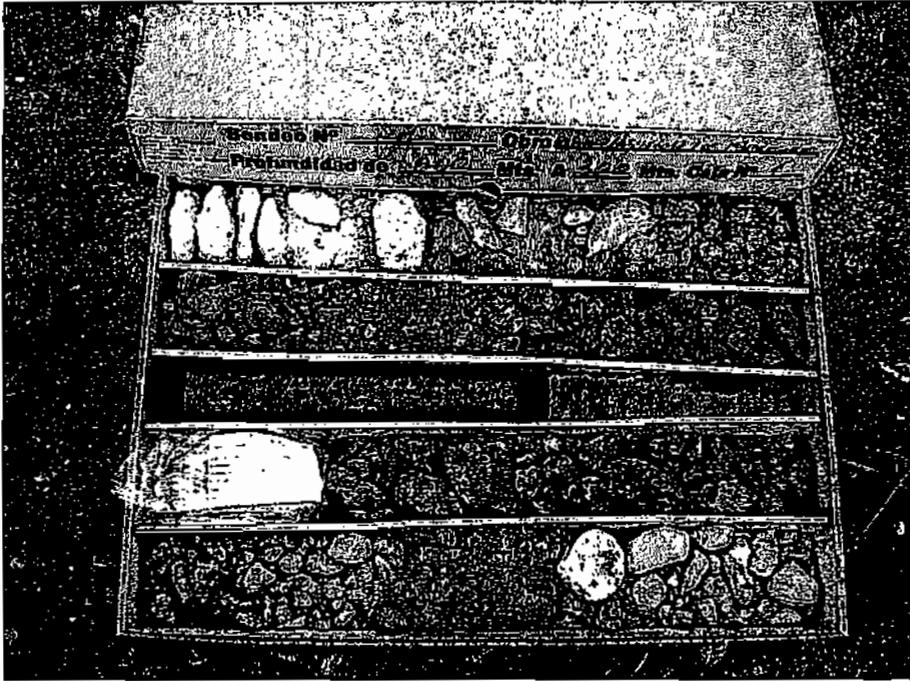
| Profundidad (m) | Nivel Freático | Tipo perforación | Naturaleza del terreno   | Corte litológico | Espesor estrato | Recuper. (%) | RQD (%) | Ensayos de campo |                     |               |
|-----------------|----------------|------------------|--|------------------|-----------------|--------------|---------|------------------|---------------------|---------------|
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         | Tipo             | Intervalo Prof. (m) | Resultados    |
| 0,0             |                | w101             | Hormigón.  |                  | 0,20            |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Relleno. Arenas finas limosas de color marrón claro con bastantes cantos e indicios de restos cerámicos. |                  | 0,30            |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Limos arcillo-arenosos de color marrón con algunos cantos.   |                  | 2,00            |              |         |                  |                     |               |
| 1,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         | M.I.             | 1,2 - 1,8           | 5 - 6 - 8 - 9 |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         | S.P.T.           | 1,8 - 2,25          | 4 - 4 - 5 -   |
| 2,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Conglomerado de cantos en matriz areno-limosa de color marrón claro.                                     |                  | 1,50            |              |         |                  |                     |               |
| 3,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Limos arcillo-arenosos de color marrón con algunos cantos.   |                  | 0,80            |              |         |                  |                     |               |
| 4,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         | S.P.T.           | 4 - 4,45            | 5 - 4 - 6 -   |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Limos arenosos de color marrón con algunos cantos.   |                  | 1,00            |              |         |                  |                     |               |
| 5,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Conglomerado de cantos en matriz areno-limosa de color marrón claro.                                     |                  | 0,30            |              |         |                  |                     |               |
| 6,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Limos arenosos de color marrón con algunos cantos.   |                  | 0,90            |              |         |                  |                     |               |
| 7,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Conglomerado de cantos en matriz areno-limosa de color marrón claro.                                     |                  | 0,60            |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         | S.P.T.           | 7 - 7,45            | 7 - 5 - 10 -  |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                | w101             | Arenas limosas de color marrón con algunos cantos.   |                  | 1,40            |              |         |                  |                     |               |
| 8,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
| 9,0             |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         | S.P.T.           | 9 - 9,45            | 3 - 7 - 8 -   |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |
|                 |                |                  |  |                  |                 |              |         |                  |                     |               |

M.I.: Muestra inalterada

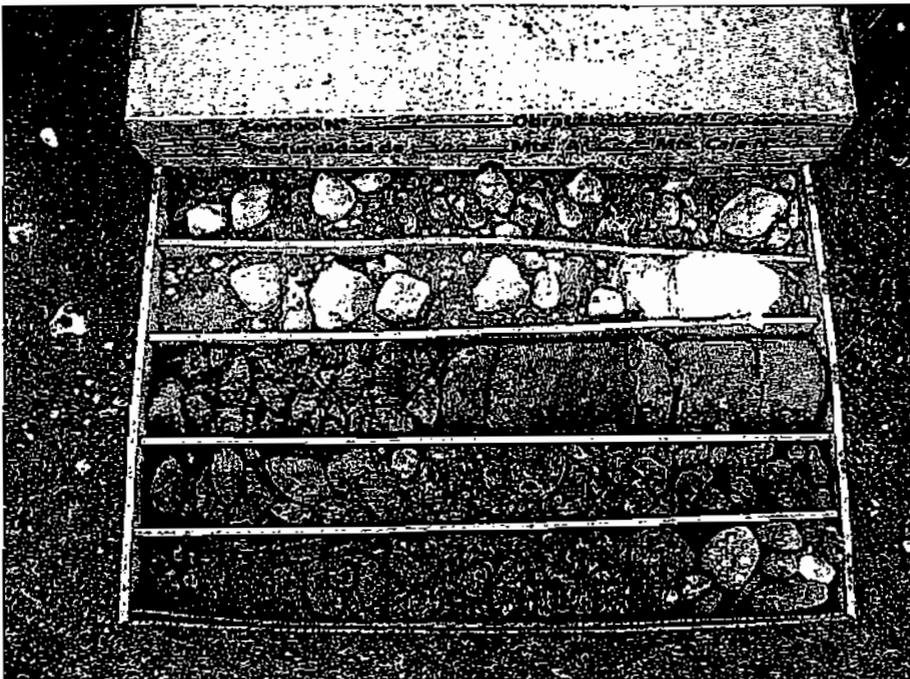
S.P.T.: Ensayo penetrómetro estándar

T.P.: Testigo parafinado

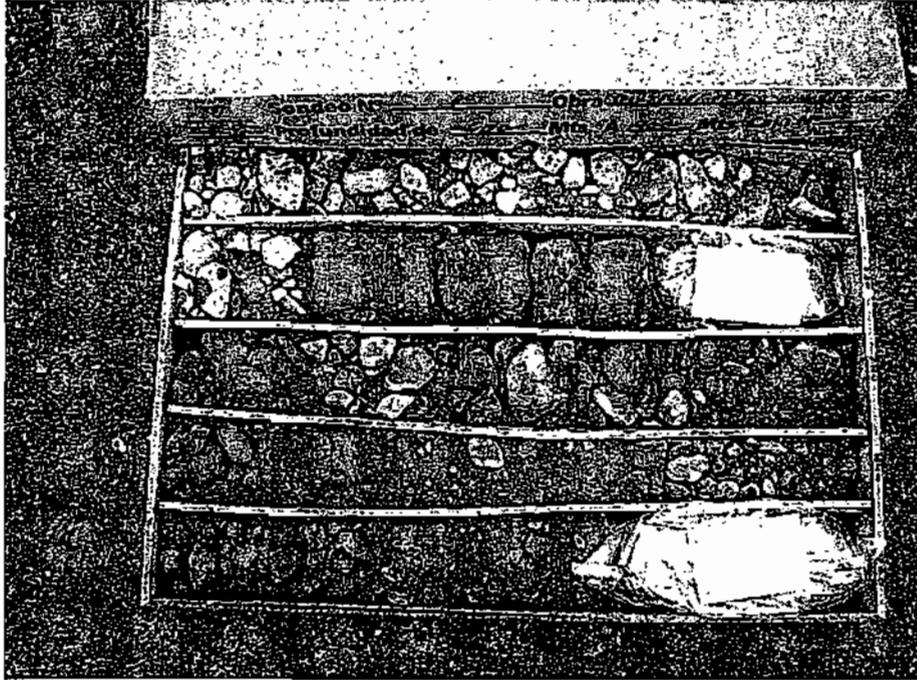
## **ANEJO 3. Fotografías de testigos de sondeos a rotación**



SONDEO SR-1 DE 0.00 A 3.00 m



SONDEO SR-1 DE 3.00 A 6.00 m



SONDEO SR-1 DE 6.00 A 9.00 m

## **ANEJO 4. Actas de ensayos de laboratorio**

Trabajo: 4-A546-017-001  
 Peticionario: GERENCIA DE URBANISMO Y OBRAS MUNIC  
 Contratista: GERENCIA DE URBANISMO Y OBRAS MUNIC  
 Dirección Técnica:  
 Obra: GUARDERIA Y COMEDOR MUNICIPAL EN LOS MONDRAGONES

## Informe de Identificación

**Material:**

Referencia 54009  
 Descripción Arcillas poco plásticas.  
 Procedencia SR-1 (1.20-1.60)

**Clasificación :**

Unifed CL  
 H.R.B. A-6  
 Índice de Grupo 6

**Plasticidad ( Límites de Atterberg):**

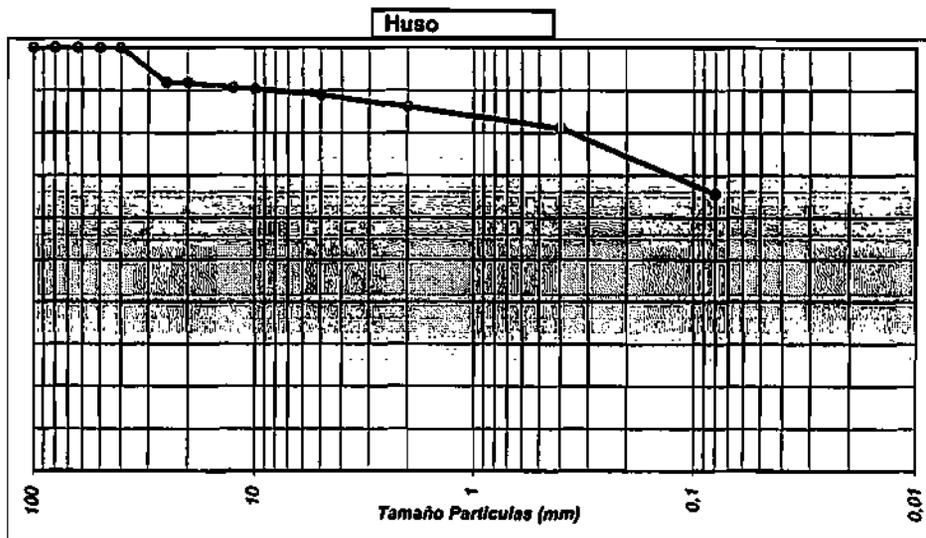
Límite líquido : 30,5      Límite plástico : 18,9      Índice de plasticidad : 11,6

**Análisis Químico**

Sulfatos (% SO3) No contiene      Acidez Baumann Gully: 0 ml/kg  
 Materia Orgánica (% MO)      Densidad aparente 1,99 g/cm<sup>3</sup>  
 Humedad natural 10,4%

**Análisis Granulométrico**

| TAMIZ  | 100   | 80    | 63    | 50    | 40    | 25   | 20   | 12,5 | 10   | 5    | 2    | 0,4  | 0,08 |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % PASA | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 91,8 | 91,8 | 90,8 | 90,3 | 88,9 | 86,1 | 81,2 | 65,8 |



*(Firma)*

Granada, 27/10/2005

*(Firma)*

Fdo: Antonio Martos López  
 Ldo. Ciencias Químicas  
 Director Técnico. Responsable de ensayos químicos

Fdo: Eduardo Ortiz Molero  
 Ldo. Ciencias Geológicas  
 Responsable ensayos físicos

|  |
|--|
| Laboratorio acreditado para la realización de ensayos de control de calidad de la construcción. N° RLEA: LE019-GR04. Consejería de OO PP y TT. Junta de Andalucía. BOJA N° 17, 26/01/05, en las siguientes ÁREAS DE ACREDITACIÓN:<br>ENC: «Área de control del hormigón y sus componentes.» VSB: «Área de suelos, áridos, mezclas bituminosas y materiales constituyentes en viales.»<br>VBF: «Área de control de firmes flexibles y bituminosos en viales.» AFC: «Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas.»<br>APH: «Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón.» AMC: «Área de control de morteros para albañilería.»<br>CEMOSA, Ctra de Córdoba, Km 429. 18230 Alario (Granada) 958 436762 e-mail: laboratorio.granada@cemosa.es |
|--|

Trabajo: 4-A546-017-001  
 Peticionario: GERENCIA DE URBANISMO Y OBRAS MUNIC  
 Contratista: GERENCIA DE URBANISMO Y OBRAS MUNIC  
 Dirección Técnica:  
 Obra: GUARDERIA Y COMEDOR MUNICIPAL EN LOS MONDRAGONES

## Informe de Identificación

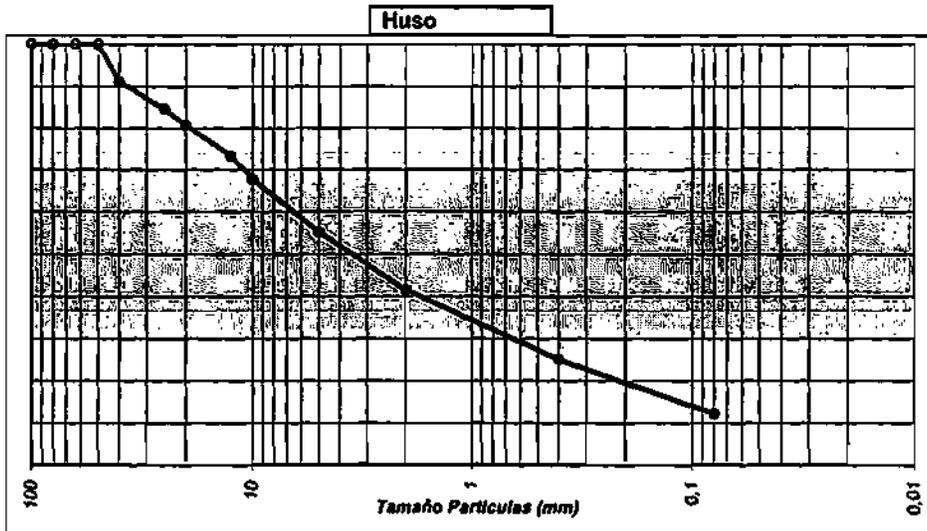
|                                    |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| <b>Material:</b>                   | <b>Clasificación :</b> |
| Referencia 54010                   | Unidad GM              |
| Descripción <b>Gravas limosas.</b> | H.R.B. A-1-a           |
| Procedencia SR-1 (3.40-4.00)       | Indice de Grupo 0      |

**Plasticidad ( Límites de Atterberg):** **NO PLASTICO**  
 Límite líquido : Límite plástico : Índice de plasticidad :

**Análisis Químico**  
 Sulfatos (% SO3)  
 Materia Orgánica (% MO)

**Análisis Granulométrico**

| TAMIZ  | 100   | 80    | 63    | 50    | 40   | 25   | 20   | 12,5 | 10   | 5    | 2    | 0,4  | 0,08 |
|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % PASA | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 100,0 | 91,2 | 84,6 | 80,7 | 73,2 | 67,6 | 55,2 | 41,6 | 25,1 | 12,3 |



*[Firma manuscrita]*

Granada, 27/10/2005

*[Firma manuscrita]*

Fdo: Antonio Martos López  
 Ldo. Ciencias Químicas  
 Director Técnico. Responsable de ensayos químicos

Fdo: Eduardo Ortiz Molero  
 Ldo. Ciencias Geológicas  
 Responsable ensayos físicos

|   |
|---|
| Laboratorio acreditado para la realización de ensayos de control de calidad de la construcción. N° RLEA: LE019-GR04. Consejería de OO PP y TT, Junta de Andalucía. BOJA N° 17, 26/01/05, en las siguientes <b>ÁREAS DE ACREDITACIÓN:</b>  |
| EHC: << Área de control del hormigón y sus componentes. >> VSG: << Área de suelos, áridos, masillas bituminosas y materiales constituyentes en vías. >><br>VSF: << Área de control de finas flexibles y bituminosas en vías. >> AFC: << Área de control de los materiales de fábricas de piezas cerámicas. >><br>APH: << Área de control de los materiales de fábricas de piezas de hormigón. >> AMC: << Área de control de morteros para albañilería. >> |
| CEMOSA. Cva de Córdoba, Km 429. 18230 Alario (Granada) 958 436762 e-mail: laboratorio.granada@cemosa.es   |