

ANEXO GEOTÉCNICO



PROVINCIA: SEVILLA

MUNICIPIO: CARMONA

LOCALIZACIÓN: TEATRO CEREZO

PROYECTO: PATOLOGÍA

FECHA: 12 DE SEPTIEMBRE 2005

PETICIONARIO:

**EXCMO. AYTO.
DE CARMONA**

INDICE

| | |
|--|----|
| 1.- ANTECEDENTES..... | 3 |
| 2.- RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS..... | 4 |
| 2.1.- TRABAJOS DE CAMPO | 4 |
| 2.1.1.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO “DPSH” | 5 |
| 2.1.2.- CALICATAS DE RECONOCIMIENTO..... | 7 |
| 2.1.3.- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO | 8 |
| 2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO | 9 |
| 3.- SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA. | 10 |
| 4.- NIVELES DEL TERRENO. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA..... | 11 |
| 4.1.- ANÁLISIS DE LA EXPANSIVIDAD..... | 17 |
| 5.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA | 19 |
| 6.- AGRESIVIDAD: DEFINICIÓN DEL TIPO DE AMBIENTE. RECOMENDACIÓN DEL TIPO DE HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN..... | 22 |
| 7.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN DEL TEATRO..... | 23 |
| 7.1.- TIPOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN | 23 |
| 7.2.- PRINCIPALES FACTORES GEOTÉCNICOS CONDICIONADORES | 23 |
| 7.3.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN DEL TEATRO | 24 |
| 8.- RECOMENDACIONES GENERALES..... | 25 |
| 9.- ANEXOS | 26 |
| 9.1.- PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS | 27 |
| 9.2.- PARTES DE CALICATAS..... | 28 |
| 9.3.- GRÁFICOS Y LISTADOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH..... | 29 |
| 9.4.- PARTES DE ENSAYOS DE LABORATORIO..... | 30 |
| 9.5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO | 31 |

1.- ANTECEDENTES

El presente estudio se realiza a petición de EXCMO. AYTO. DE CARMONA

Tiene como objetivos fundamentales:

- Proporcionar un conocimiento de las características geotécnicas del solar donde se encuentra construido el teatro.
- Conocer las posibles problemáticas geotécnicas del material donde apoya la cimentación del edificio.

Para la realización del presente informe se ha facilitado a Vorsevi, S.A., por parte del cliente, la siguiente documentación:

- Plano de la planta sótano y baja del teatro. Sin escala.
- Plano de situación del Teatro. Sin escala.

2.- RESUMEN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS

2.1.- TRABAJOS DE CAMPO

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

| | NÚMERO DE ENSAYOS | PROFUNDIDAD (m) |
|--|-------------------|-----------------|
| CALICATAS DE RECONOCIMIENTO | 4 | 1.28/1.52 |
| ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA CONTINUA | 4 | |

Los mencionados trabajos han sido llevados a cabo con la maquinaria y personal especializado de Vorsevi, S.A., bajo control y supervisión del personal técnico del departamento de Geotecnia de Vorsevi, S.A., siguiendo las pautas y procedimientos normalizadas que exigen nuestro control de calidad o la normativa existente al respecto (UNE).

En los apartados correspondientes a la segunda parte, anejo de memoria de este informe se adjunta la situación en planta de cada uno de los ensayos, y los resultados obtenidos. Además se adjunta un apartado de reportaje fotográfico de los trabajos realizados.

Seguidamente se describe el fundamento teórico y el método operatorio de cada uno de los ensayos geotécnicos realizados:

2.1.1.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO “DPSH”

Fundamento teórico:

El ensayo de Penetración Dinámica Continua utilizado es el DPSH, que consiste en la hincada de una puntaza de sección cilíndrica de diámetro 50.5 mm ± 0.5 mm acoplada a un varillaje de 33 mm ± 2 mm de diámetro, mediante golpes propinados por una maza de 63 kg ± 0.5 Kg que cae desde una altura de 76 cm ± 1.00 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_{DPSH} , 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 $N_{DPSH} = 100$ golpes.

Este ensayo tiene como norma propia UNE-103-801-94. “Prueba de penetración dinámica superpesada”.

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

La siguiente tabla sirve de orientación para correlacionar valores de N_{DPSH} y N_{SPT} , teniendo en cuenta aproximadamente que $1.5 N_{DPSH} \approx N_{SPT}$

| CORRELACIÓN | | | |
|------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|
| SUELOS COHESIVOS | | SUELOS GRANULARES | |
| CONSISTENCIA | S.P.T. Nº de golpes / 30 cm | COMPACIDAD | S.P.T. Nº de golpes / 30 cm |
| Muy blanda | 0-2 | Muy suelta | 0-4 |
| Blanda | 3-5 | Suelta | 4-10 |
| Media | 6-15 | Media | 10-30 |
| Firme | 16-25 | Compacta | 30-50 |
| Dura | >25 | Muy compacta | >50 |

Para la deducción de la capacidad portante en suelos a partir de los ensayos de penetración dinámica continua se correlaciona el valor de N_{DPSH} en la zona de influencia de la futura cimentación con el N_{SPT} según la tabla anterior, y a partir del valor de N_{SPT} se establecen las siguientes fórmulas simplificadoras en las cuales están implícito el asiento admisible (Terzaghi y Peck).

Para suelos granulares:

$$q_a = \frac{N \bullet S}{8} \quad B \leq 1.20 \text{ m.}$$

$$q_a = \frac{N \bullet S}{12} \left(\frac{B + 0.3}{B} \right)^2 \quad B \geq 1.20 \text{ m}$$

Para suelos arcillosos, se relaciona el valor de N_{SPT} con q_u , la resistencia a compresión simple, prácticamente equivalente a la carga admisible del terreno en este tipo de suelos en las condiciones a corto plazo.

$$q_u \approx q_a = \frac{N_{SPT}}{7.5}$$

2.1.2.- CALICATAS DE RECONOCIMIENTO

La ejecución de las mismas se ha llevado a cabo manualmente.

Fundamento teórico:

La ejecución de las calicatas en patologías de edificios se lleva a cabo manualmente.

La profundidad de la misma varía en función de la profundidad de la cimentación del edificio.

Durante la ejecución de las mismas se toman muestras alteradas en saco o bolsa e inalteradas en bloques o en tubos de plástico que se clavan manualmente sobre un bloque de material “in situ”.

Una vez finalizada la calicata, ésta se vuelve a rellenar con los materiales extraídos.

2.1.3.- MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO

La determinación de la posición del nivel freático resulta muy importante para el estudio de las condiciones de cimentación, por lo que durante la ejecución de los ensayos se presta una especial atención en acotar la profundidad de la lámina freática. En el caso de haber realizados sondeos, al menos en alguno de ellos se instala una tubería piezométrica que permita hacer un seguimiento posterior de este nivel.

La campaña piezométrica realizada para la elaboración de este informe no detectó lámina freática a las profundidades prospectadas en los ensayos realizados.

la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo, derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, de aportes artificiales (riegos), extracciones próximas (bombeos), etc...

Como recomendación general se deberá comprobar la posición de este nivel con un margen temporal más amplio, haciéndolo al menos de manera previa al comienzo de la fase de excavación.

2.2.- ENSAYOS DE LABORATORIO

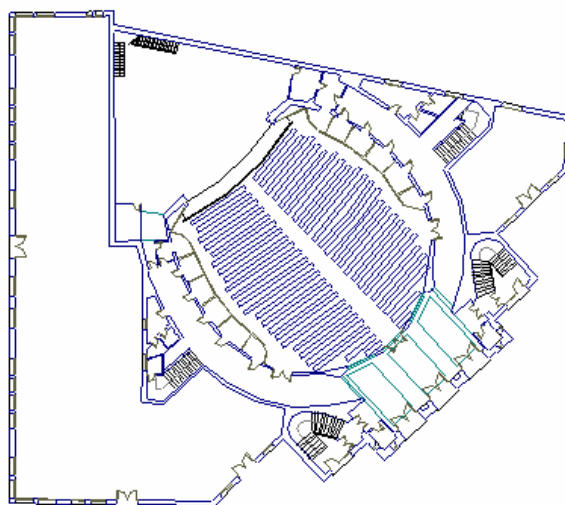
Los ensayos de laboratorio realizados para la identificación de los distintos suelos y determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes en el estudio de la cimentación, han consistido en la realización de:

| ENSAYOS DE LABORATORIO | NUMERO DE ENSAYOS |
|---|--------------------------|
| Análisis granulométrico por tamizado (UNE 103105/95) | 3 |
| Determinación de Límites de Atterberg (UNE 103103/94 y 103104/94) | 3 |
| Hinchamiento en aparato Lambe (UNE 103600/96) | 1 |
| Determinación de Sulfatos solubles en Suelos (UNE 103201/96) y grado de | 1 |

3.- SITUACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA.

El Teatro Cerezo se ubica entre la Avda. del Estatuto, C/ La Fuente y C/ Joaquín Costa en el municipio sevillano de Carmona.

La geometría de la misma es poligonal irregular como se observa en la siguiente planta.



Las calles adyacentes a la entrada principal del teatro presentan pendientes descendentes desde el Paseo del Estatuto hacia la c/ La Fuente y la calle Joaquín Costa.



4.- NIVELES DEL TERRENO. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

En este apartado se describen cada uno de los niveles geotécnicos diferenciados, comenzando por el más superficial hasta alcanzar el más profundo reconocido por los ensayos realizados.

NIVEL 1: RELLENO ANTRÓPICO: ARCILLA ARENOSA MARRÓN

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido por los distintos ensayos realizados, a las cotas que se recogen en el siguiente cuadro, referidas a la boca de cada ensayo.

| ENSAYO | PROFUNDIDAD TECHO (m) | PROFUNDIDAD BASE (m) | ESPESOR (m) |
|--------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| C-1 | 0.00 | 0.97 | 0.97 |
| C-2 | 0.00 | 1.05 | 1.05 |
| C-3 | 0.00 | 0.95 | 0.95 |
| C-4 | 0.00 | 1.52 | 1.52 |

A partir de los ensayos de penetración dinámica continua también se puede efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. En la siguiente tabla se ofrece una interpretación de las cotas de este nivel basadas en estos ensayos.

| PENETRACIÓN | PROFUNDIDAD TECHO (m) | PROFUNDIDAD BASE (m) | ESPESOR (m) |
|-------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| P-1 | 0.00 | 1.20 | 1.20 |
| P-2 | 0.00 | 1.00 | 1.00 |
| P-3 | 0.00 | 1.00 | 1.00 |
| P-4 | 0.00 | 0.80 | 0.80 |

Según los datos anteriores, este nivel se localiza desde la base del nivel anterior hasta una profundidad de base que oscila 0.80-1.52 m

Descripción e identificación:

Este nivel ha sido reconocido como un relleno antrópico de arcilla arenosa marrón con restos cerámicos.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla:

| | |
|--------------------------------|------------------|
| PARÁMETRO / MUESTRAS | C-4 0.08-1.52 |
| Clasificación (USCS) | SC-SM |
| Límite líquido | 17.0 |
| Límite plástico | 11.9 |
| Índice de plasticidad | 5.1 |
| % Pasa tamiz 4 (ASTM) | 97 |
| % Pasa tamiz 200 (ASTM) | 36.5 |

Parámetros resistentes: Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.

Con la acotación realizada para los ensayos de penetración dinámica al comienzo de este nivel, se obtienen los siguientes rangos de golpeo para diferentes cotas o tramos diferenciables por su consistencia.

| TRAMO O NIVEL | PENETRACIÓN | | | | | | | |
|------------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| | P-1 | | P-2 | | P-3 | | P-4 | |
| | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B |
| 1 | 1.20 | 14-24 | 1.00 | 1-2 | 1.20 | 4-7 | 0.80 | 3-14 |

La compacidad de este nivel es suelta – media.

NIVEL 2: CALCARENITA COMPUESTA POR ARENA LIMOSA AMARILLENTO

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido por los distintos ensayos realizados, a las cotas que se recogen en el siguiente cuadro, referidas a la boca de cada ensayo.

| ENSAYO | PROFUNDIDAD TECHO (m) | PROFUNDIDAD BASE (m) | ESPESOR (m) |
|--------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| C-1 | 0.97 | 1.30* | 0.33* |
| C-3 | 0.95 | 1.43* | 0.48* |

* Profundidad / Espesor máximo alcanzado hasta la finalización de los ensayos

A partir de los ensayos de penetración dinámica continua también se puede efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. En la siguiente tabla se ofrece una interpretación de las cotas de este nivel basadas en estos ensayos.

| PENETRACIÓN | PROFUNDIDAD TECHO (m) | PROFUNDIDAD BASE (m) | ESPESOR (m) |
|-------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| P-1 | 1.20 | 10.00* | 8.80* |
| P-2 | - | - | - |
| P-3 | 1.00 | 12.00 | 11.00 |
| P-4 | - | - | - |

* Profundidad / Espesor máximo alcanzado hasta la finalización de los ensayos

Según los datos anteriores, este nivel se localiza desde una profundidad que oscila entre 0.80-1.52 hasta una cota de base de 12.00 m.

En la calicata 1 y 3 este nivel se reconoció hasta una profundidad que oscila entre 1.30-1.43 m, sin embargo, en la calicata 2 este nivel no se ha reconocido.

Descripción e identificación:

Este nivel ha sido reconocido como una calcarenita compuesta por arena limosa amarillenta con nódulos carbonatados.

Este nivel no se ha reconocido en toda la superficie del teatro.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla:

| PARÁMETRO / MUESTRAS | C-1 0.97-1.30 |
|-------------------------|------------------|
| Clasificación (USCS) | SM |
| Límite líquido | NP |
| Límite plástico | NP |
| Índice de plasticidad | NP |
| % Pasa tamiz 4 (ASTM) | 92.0 |
| % Pasa tamiz 200 (ASTM) | 46.8 |

Parámetros resistentes: Compacidad

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.

Con la acotación realizada para los ensayos de penetración dinámica al comienzo de este nivel, se obtienen los siguientes rangos de golpeo para diferentes cotas o tramos diferenciados por su consistencia.

| PENETRACIÓN | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| TRAMO O NIVEL | P-1 | | P-2 | | P-3 | | P-4 | |
| | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B |
| 2 | 10.00 | 12-107 | - | - | 12.00 | 5-40 | - | - |

La compacidad de este nivel es de densa a muy densa.

NIVEL 3: SUSTRATO MIOCENO: ARCILLA MARRÓN- VERDOSA CON ALGO DE ARENA

Acotación del nivel

Este nivel ha sido reconocido por los distintos ensayos realizados, a las cotas que se recogen en el siguiente cuadro, referidas a la boca de cada ensayo.

| ENSAYO | PROFUNDIDAD TECHO (m) | PROFUNDIDAD BASE (m) | ESPESOR (m) |
|--------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| C-1 | - | - | - |
| C-2 | 1.05 | 1.28* | 0.23* |
| C-3 | - | - | - |
| C-4 | - | - | - |

* Profundidad / Espesor máximo alcanzado hasta la finalización de los ensayos

A partir de los ensayos de penetración dinámica continua también se puede efectuar una acotación aproximada de este nivel, si bien los datos obtenidos no poseen la exactitud de los anteriores. En la siguiente tabla se ofrece una interpretación de las cotas de este nivel basadas en estos ensayos.

| PENETRACIÓN | PROFUNDIDAD TECHO (m) | PROFUNDIDAD BASE (m) | ESPESOR (m) |
|-------------|--------------------------|-------------------------|----------------|
| P-1 | - | - | - |
| P-2 | 1.00 | 5.60 | 4.60 |
| P-3 | - | - | - |
| P-4 | 0.80 | 12.00 | 11.20 |

Según los datos anteriores, este nivel se localiza desde la base del nivel de relleno reconocido hasta una profundidad de base oscila entre 5.60 y 12.00 m.

Descripción e identificación:

Este nivel ha sido reconocido como un Sustrato Mioceno compuesto por arcilla marrón – verdosa con algo de arena.

Las arcillas presentan restos bioclásticos, algo de materia orgánica y nódulos carbonatados duros y pulverulentos.

Este nivel no se ha reconocido en la fachada principal del edificio, donde se realizaron las calicatas 1 y 3.

Los ensayos identificativos realizados sobre este nivel han consistido en análisis granulométricos por tamizado y determinación de los Límites de Atterberg, cuyos valores más representativos se exponen en la siguiente tabla:

| PARÁMETRO / MUESTRAS | C-2 1.05-1.52 |
|-------------------------|------------------|
| Clasificación (USCS) | CL |
| Límite líquido | 32.7 |
| Límite plástico | 16.4 |
| Índice de plasticidad | 16.3 |
| % Pasa tamiz 4 (ASTM) | 99.6 |
| % Pasa tamiz 200 (ASTM) | 87.9 |

Parámetros resistentes: Consistencia

Para la determinación de los parámetros resistentes de suelo se han utilizado ensayos de campo basados en los ensayos de penetración dinámica tipo DPSH.

Con la acotación realizada para los ensayos de penetración dinámica al comienzo de este nivel, se obtienen los siguientes rangos de golpeo para diferentes cotas o tramos diferenciables por su consistencia.

| TRAMO O NIVEL | PENETRACIÓN | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|
| | P-1 | | P-2 | | P-3 | | P-4 | |
| | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B | Prof. Base (m) | Golpeo N _B |
| 3 | | | 5.00 | 5-25 | - | - | 12.00 | 9-31 |

La compacidad de este nivel es de media a muy densa.

4.1.- ANÁLISIS DE LA EXPANSIVIDAD.

La expansividad es un fenómeno que se produce por la configuración estructural de algunos tipos de arcillas, por lo que nunca se producirá en suelos predominantemente granulares (arenosos, limosos, basamentos rocosos, etc.).

En suelos mixtos es muy importante el porcentaje real de arcillas sobre el total del suelo.

Para caracterizar el grado de expansividad de un suelo pueden definirse básicamente dos vías de análisis:

- a) **Criterios empíricos, indirectos o cualitativos**, que basan su éxito en experiencias previas de tipos locales o regionales de arcillas ya conocidas. Estos criterios utilizan correlaciones habituales entre parámetros granulométricos, límites de Atterberg, parámetros climáticos, etc.... con clasificaciones de expansividad que se definen con vocablos del tipo “baja”, “media”, “alta” y “muy alta”, por ejemplo.
- b) **Criterios semi-directos o semicuantitativos**, que se basan en la aportación de un dato numérico y manejable, que se obtiene de un ensayo de laboratorio sencillo. Este dato numérico tiene un valor semi-cuantitativo o semi-cualitativo, según se estime, y recibe el nombre común de índice.
- c) **Criterios directos o cuantitativos**, de los cuales se obtiene parámetros como la presión de hinchamiento. El ensayo más conocido es el de Inundación bajo carga.

Es importante considerar que la expansividad es un fenómeno que se limita a una franja superficial de suelo que se denomina “capa activa”, y esto se explica porque la humedad de un suelo fluctúa más (y con ello su hinchamiento) cuanto más cerca está de la superficie topográfica. La zona activa no tiene el mismo espesor en todas partes, sino que éste depende de la climatología local y el grado de facilidad de un suelo para mojarse o secarse. En Andalucía, la capa activa se define generalmente entre 3 y 4 metros.

Los apoyos bajo la capa activa no sufrirán movimiento alguno.

CRITERIOS DE EXPANSIVIDAD (RECOPIADOS POR R. ORTIZ, 1975)

| Expansi- vidad | Límites de retracción | I _P | W _L | % = 200 | % <0.001mm | Actividad I _P / = 2I _p (Skempton mod.) | Potencial de hincham. (Seed) % | Índice Lambe kg/cm ² | Presión de hincham. probable kg/cm ² | Hincham. probable en superficie (cm) (Mc Dowell) | % Hincham. probable |
|-------------------|--------------------------|----------------|----------------|---------|---------------|---|---|---------------------------------------|--|--|---------------------------|
| Baja | >15 | <18 | <30 | <30 | <15 | <0.5 | 0-1.5 | <0.8 | <0.3 | 0-1 | <1 |
| Media | 12-16 | 15-28 | 30-40 | 30-60 | 13-23 | 0.5-0.7 | 1.5-5.0 | 0.8-1.5 | 0.3-1.2 | 1-3 | 1-5 |
| Alta | 8-12 | 25-40 | 40-60 | 60-95 | 20-30 | 0.7-1.0 | 5-25 | 1.5-2.3 | 1.2-3.0 | 3-7 | 3-10 |
| Muy alta | <10 | >35 | >60 | >95 | >30 | >1.0 | >25 | >2.3 | >3 | >7 | >10 |

| | MUESTRA | C-2 1.05-1.28 |
|-------------------|------------------------------------|------------------|
| Granulometría | % Pasa Tamiz 200 | 99.6 |
| Límites Atterberg | Límite Líquido | 32.7 |
| | Índice Plasticidad | 16.3 |
| Lambe | Cambio potencial de Volumen | 4.48 |
| | Índice Lambe (kp/cm ²) | 1.76 |

De acuerdo a todos los parámetros y criterios señalados en nuestro informe concluimos que el potencial expansivo del material reconocido entre los límites de la denominada capa activa es de moderado a bajo.

5.- CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE LA ZONA

La Norma de Construcción Sismorresistente de 27 de Septiembre de 2002 (NCSE-02) proporciona los criterios que han de seguirse dentro del territorio español para la consideración de la acción sísmica en el proyecto, construcción, reforma y conservación de obras a las que es aplicable la citada Norma.

A efectos de esta Norma las construcciones se clasifican en:

1.- De moderada importancia.

Aquellas con probabilidad despreciable de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas, interrumpir un servicio primario, o producir daños económicos.

2.- De normal importancia.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto puede ocasionar víctimas, interrumpir un servicio para la colectividad o producir importantes pérdidas económicas, sin que en ningún caso se trata de un servicio imprescindible ni pueda dar lugar a efectos catastróficos.

3.- De especial importancia.

Aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos.

No es obligatoria la aplicación de esta Norma en las construcciones de moderada importancia y en aquellas en que la aceleración sísmica básica a_b , sea inferior a 0.04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica que suministra para cada punto del territorio y expresada en relación al valor de la gravedad la aceleración sísmica básica, a_b , un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, correspondiente a un periodo de retorno de quinientos años; el mapa suministra también el valor del coeficiente K o de contribución, que tiene en cuenta la influencia de la peligrosidad sísmica de cada punto de los distintos tipos de terremotos considerados en el cálculo de la misma.

La aceleración sísmica de cálculo (a_c) se define como el producto de $s \cdot \rho \cdot a_b$ siendo ρ un coeficiente adimensional de riesgo, cuyo valor es de 1 para construcción de importancia normal y de 1.30 para construcción de importancia especial, siendo s el coeficiente de amplificación del terreno.

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

Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso. Velocidad de propagación de las ondas de cizalla $V_s > 750$ m/s. Coeficiente $C = 1,0$.

Terreno II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos y cohesivos duros. $750 \text{ m/s} \geq V_s \geq 400 \text{ m/s}$. Coeficiente $c = 1,3$.

Terreno III: Suelo granular de compacidad media, o suelo cohesivo de consistencia firme a muy firme. $400 \text{ m/s} \geq V_s > 200 \text{ m/s}$. Coeficiente $C = 1,6$.

Terreno IV: Suelo granular suelto, o cohesivo blando. $V_s \leq 200$ m/s. Coeficiente $C = 2,0$.

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

| LUGAR O ZONA MÁS PRÓXIMA | A_b Aceleración básica | K Coeficiente contribución | ρ Coeficiente de riesgo |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--|
| CARMONA | 0.06 | 1.1 | 1.3 (importancia especial) 1.0 (importancia normal) |

| Tipo de terreno hasta 30 m | | C Coeficiente de suelo | C $\Sigma C_i \cdot e_i / \Sigma e_i$ |
|-------------------------------|--------------------|---------------------------|--|
| Nivel | Tipo de terreno | | |
| 1 | IV | 2.0 | 1.7 |
| 2 | III | 1.6 | |
| 3 | III | 1.6 | |

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

Criterio general de diseño

Debe evitarse la coexistencia, en una misma unidad estructural, de sistemas de cimentación superficiales y profundos, por ejemplo, de zapatas o losas con los de pozos o pilotes.

La cimentación se debe disponer 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 el terreno de cimentación contenga en los primeros 20m bajo la superficie del terreno, capas o lentejones de arenas sueltas situadas, total o parcialmente, bajo el nivel freático, deberá analizarse la posibilidad de licuación.

Si se concluye que es probable que el terreno licue en el terreno de cálculo, deberán evitarse las cimentaciones superficiales, a menos que se adopten medidas de mejora del terreno para prevenir la licuación. Análogamente, en las cimentaciones profundas, las puntas de los pilotes deberán llevarse hasta superficie profundidad bajo las capas licuables, para que pueda desarrollarse en esa parte la necesaria resistencia al hundimiento.

Elementos de atado

Cada uno de los elementos de cimentación que transmita al terreno cargas verticales significativas deberá enlazarse con los elemento contiguos en dos direcciones mediante dispositivos de atado situados a nivel de las zapatas, de los encepados de pilotes o equivalentes, capaces de resistir un esfuerzo axial, tanto de tracción como de compresión, igual a la carga sísmica horizontal transmitida en cada apoyo.

Cuando $a_c \geq 0,16g$ los elementos de atado deberán ser vigas de hormigón armado.

Cuando $a_c > 0,16g$ podrá considerarse que la solera de hormigón constituye el elemento de atado, siempre que se sitúe a nivel de las zapatas o apoyada en su cara superior, sea continua alrededor del pilar en todas las direcciones, tenga un espesor no menor de 15cm ni de 1/50 de la luz entre pilares y sea capaz de resistir el esfuerzo.

6.- AGRESIVIDAD: DEFINICIÓN DEL TIPO DE AMBIENTE. RECOMENDACIÓN DEL TIPO DE HORMIGÓN DE CIMENTACIÓN.

El tipo de ambiente al que está sometido un elemento estructural viene definido por el conjunto de condiciones físicas y químicas a las que está expuesto, y que puede llegar a provocar su degradación como consecuencia de efectos diferentes a los de las cargas y sollicitaciones consideradas en el análisis estructural.

Viene definido por la combinación de:

- Una de las clases generales de exposición frente a la corrosión de las armaduras (cuadro 8.2.2. EHE).
- Las clases específicas de exposición relativas a los otros procesos de degradación que procedan para cada caso definido en el cuadro 8.2.3. EHE.

Considerando sólo en este apartado los elementos de cimentación, resumimos las distintas clases de exposición de acuerdo con los datos del terreno reconocido:

| CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN | CLASE DE EXPOSICIÓN ESPECÍFICA | TIPO DE AMBIENTE |
|---|--------------------------------|------------------|
| Ila | - | Ila |
| CEMENTO RECOMENDABLE PARA LOS HORMIGONES DE CIMENTACIÓN | | |
| ORDINARIO | | |

7.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN DEL TEATRO

7.1.- TIPOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN

El Teatro Cerezo de Carmona se encuentra construido con una planta sótano, planta baja y dos alturas en la fachada principal del edificio y de baja más una planta en el resto del edificio, como podemos observar en la siguiente fotografía.



7.2.- PRINCIPALES FACTORES GEOTÉCNICOS CONDICIONADORES

En el teatro se ha reconocido un sustrato Mioceno compuesto por arcilla en la trasera del edificio y la fachada principal apoya sobre un nivel calcarenítico.

Característico de la ciudad de Carmona es el afloramiento de tanto arcillas como de calcarenitas, por la erosión-disolución de la calcarenita en ciertos aflora dicho Sustrato Mioceno.



7.3.- ESTUDIO DE LA CIMENTACIÓN DEL TEATRO

El Teatro Cerezo de Carmona presenta una cimentación de zanja corrida empotradas en la trasera del teatro en el Sustrato Mioceno arcilloso (nivel 3) y el sector de la fachada en el nivel geotécnico 2 reconocido como unas calcarenitas

En la zona de sótano las zanjas corridas apoyan a una profundidad que oscila entre 3.67 y 4.27 m en las arcillas marrón verdosas.

En este sector la tensión admisible es:

$$Q_{ADM} = 2.1 \text{ kg/cm}^2$$

En la zona sin sótano la cimentación de zanja corrida apoya en el nivel geotécnico 2 a una profundidad que oscila entre 1.15 y 1.28 m.

La tensión admisible del terreno donde se apoyan las zanjas es de:

$$Q_{ADM} = 1.8 \text{ kg/cm}^2$$

8.- RECOMENDACIONES GENERALES

Por último, 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.

En cualquier caso, se ha de comprobar o verificar mientras dure la fase de excavación de la cimentación que el terreno que aparece se corresponde con el descrito en el informe

Fdo.: Dña María Rotllán Merino
DPTO. GEOTECNIA

Fdo.: D. Ángel Martínez Girón
JEFE DPTO. GEOTECNIA

Este informe consta de veinticinco páginas numeradas y selladas.

9.- ANEXOS

9.1.- PLANO DE SITUACIÓN DE ENSAYOS

9.2.- PARTES DE CALICATAS

9.3.- GRÁFICOS Y LISTADOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA TIPO DPSH

9.4.- PARTES DE ENSAYOS DE LABORATORIO

9.5.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO