



Proyecto de comparativa de la construcción de la estructura y cerramiento de un edificio comercial. Solución prefabricada frente a solución "in situ".



## ***ANEJO 2***

# ***GEOTÉCNICO***



## 1) Antecedentes

En este informe se recopilan los datos y se presentan nuestras conclusiones y recomendaciones relativas al estudio geotécnico que desarrollamos a continuación. Los trabajos han tenido por objeto conocer la naturaleza y características del terreno para delimitar el tipo y condiciones de cimentación más convenientes de acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación realizada. Por la información que nos ha sido facilitada se tiene prevista la construcción de un edificio para supermercado emplazado en la calle 294 esquina calle 292 de La Cañada – Paterna (Valencia) sobre una superficie de aproximadamente 2252m<sup>2</sup> por encargo de Construcciones Eliseo Pla Ramírez, S.L. El edificio proyectado cuenta con planta baja y una altura.

## 2) Riesgo por inundación

La parcela se encuentra a una distancia del barranco de la Font de unos 600m. Se encuentra a una distancia del lago más próximo de superior a 1Km. Se encuentra a una distancia respecto al mar Mediterráneo superior a 1km. Siendo las mareas de este mar prácticamente insignificantes. Para determinar la cota del nivel freático en cada punto de investigación, primero referenciamos la cota donde comienzan cada uno de los muestreos. Tomamos como cota 0 la calle indicada en el croquis del croquis adjunto, quedando las cotas aproximadamente de la siguiente manera:

Muestreo de las Cotas de la parcela objeto de estudio:

	<u>Embocamiento</u>	<u>Cota nivel freático</u>
Sondeo 1	-0.30m	No detectado
Sondeo 2	-0.20m	No detectado
Penetrómetro 1	-0.30m	-
Penetrómetro 2	-0.30m	-



Teniendo en cuenta que no se ha detectado nivel freático por debajo del plano de cimentación no es necesario un sistema de bombeo.

Por el factor comentado no se prevé riesgo de inundación.

Todo lo expuesto referente al nivel freático es relativo a la cota donde se encontró cuando se tomaron las lecturas, las cuales se realizaron en el intervalo de tiempo entre la ejecución del sondeo y la entrega del presente informe.

Por ser el hecho más corriente, tomamos la cota de nivel freático como estable, donde no se esperan subidas ni bajadas. No obstante, para conocer con exactitud las posibles fluctuaciones del nivel freático, se debería instalar un tubo piezométrico y realizar un seguimiento estacional.

### 3) Acciones sísmicas

Aceleración sísmica básica: 0.06g

Coefficiente de contribución: 1.0

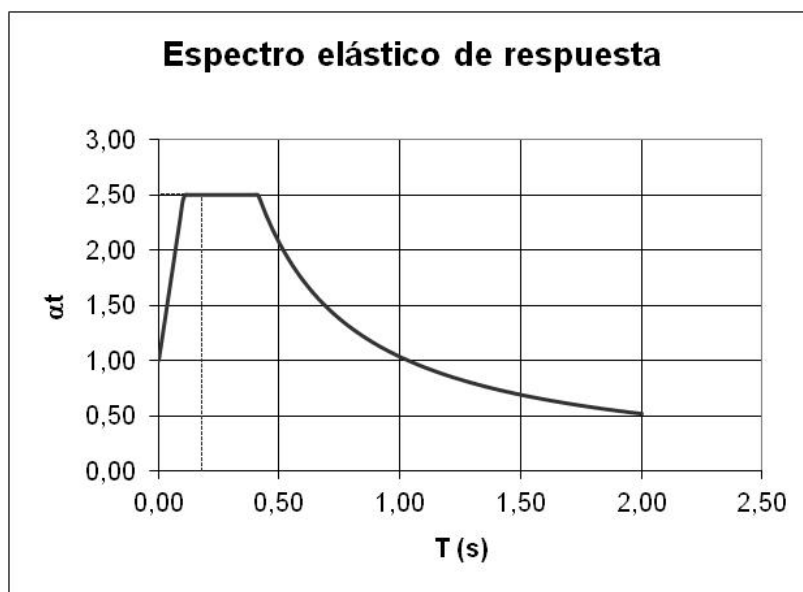
Coefficiente del suelo: 1.03 Según anexo de cálculo

Coefficiente de amplificación del terreno: 0.82

Coefficiente adimensional de riesgo ( $\rho$ ): 1.0

Obtenemos una aceleración sísmica de cálculo  $a_c$  de 0.05g

En base a la norma NCSE-02 cada uno de los elementos de cimentación que transmita al terreno cargas verticales significativas deberá enlazarse con los elementos contiguos en dos direcciones mediante dispositivos de atado situados a nivel de zapatas, capaces de resistir un esfuerzo axial, tanto de tracción como de compresión, igual a la carga sísmica horizontal transmitida en cada apoyo.



Como podemos observar en la gráfica, la ordenada espectral de cálculo para una estructura con pórticos de acero laminado y con dos plantas sobre rasante es de 2.50 g en el modo 1. En caso de modificaciones en la estructura o en el número de plantas sobre rasante se deberá recalcular la ordenada.

Los datos de coeficiente de suelo se estiman en base a la información proporcionada en la investigación realizada. Sin embargo, la norma NCSE-02 indica que para obtener dicho coeficiente se deben tener en cuenta 30m por debajo de la superficie (ver BOE núm. 244, pág 35907 del viernes 11 de octubre del 2002). La profundidad de los muestreos realizados es inferior al mínimo solicitado por la norma, por lo que los valores deducidos sobre la base del coeficiente del suelo estimado deben tomarse con las precauciones oportunas.

#### 4) Riesgo por deslizamiento

La parcela se encuentra en una zona de pendientes suaves. En la figura 4.1 señalamos la situación de los muestreos dentro de la Cartografía Oficial de la Comunidad Valenciana (Instituto Cartográfico Valenciano).

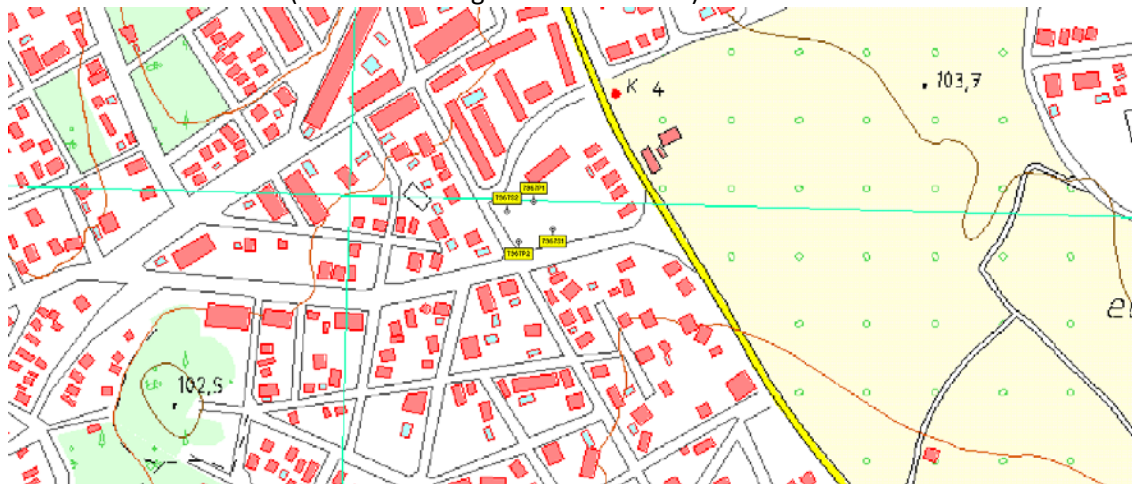


Figura 4.1

En base a esta cartografía, deducimos una pendiente, aguas abajo de la parcela de alrededor de 2.5°.

##### 4.1) Deslizamiento de la ladera

El objeto de este apartado es el análisis del riesgo que corre la estructura de verse afectada por un deslizamiento de la base de apoyo de la cimentación.

Teniendo en cuenta que la inclinación de la ladera aguas abajo de la ubicación de la estructura es inferior a 8.5° podemos descartar el riesgo por deslizamiento.



#### 4.2) Deslizamiento por desmonte

El objeto de este apartado es determinar el riesgo que corre la estructura de ser impactada por una masa deslizante inestable proveniente del frente abierto en las labores de desmonte. Teniendo en cuenta que la estructura se acomoda a la topografía de la parcela sin realizar desmontes significativos, se descarta el riesgo de inestabilidad.

#### 4.3) Empujes activos para el cálculo de muros

Este apartado se destina a proporcionar los datos necesarios para dimensionar los muros de sótano.

Teniendo en cuenta que no se tiene previsto realizar excavación de sótano no es necesario realizar el cálculo de empujes.

#### 5) Acciones Químicas

Atendiendo a la normativa EHE08 y según los resultados de los análisis químicos del suelo donde: ION SULFATO ( $\text{mg SO}_4^{2-}$  kg de suelo seco) 306-265

La clase general de exposición ambiental en relación con la corrosión de armaduras por ser un elemento enterrado es: **Ila**

La clase específica de exposición ambiental en relación con otros procesos de degradación distintos de la corrosión es: **No hay**

El tipo de ambiente (general + específicas) es: **Ila**

##### ***Dosificación recomendable del hormigón:***

Máxima relación agua cemento: **0.60**

Mínimo contenido de cemento: **275kg/ m<sup>3</sup>**

Resistencia del hormigón frente al ataque por sulfatos: **No es necesario aditivos**



## **6) Campaña de reconocimiento**

### **6.1) Muestreo y ensayos in situ**

El presente laboratorio está acreditado por la COPUT para la realización de muestreos y ensayos geotécnicos in situ.

La referencia del estudio es GA-7967.

Para el reconocimiento del subsuelo del solar, se optó por la realización de dos sondeos a rotación con extracción de testigo continuo y dos penetrómetros.

Para concluir el estudio se ha tenido en cuenta que el tipo de terreno aparecido en la investigación se correlaciona entre los puntos de investigación y que el número y profundidad de los puntos de investigación son adecuados para la tipología de la obra pues, además, cumple con la normativa de aplicación vigente.

### **6.2) Ensayos de laboratorio**

El presente laboratorio está acreditado por la COPUT para la realización de ensayos geotécnicos

A las muestras alteradas e inalteradas obtenidas en el muestreo, se les practicaron ensayos físicos, mecánicos y químicos. El acta GA-7967 es un cuadro resumen de resultados.

Los ensayos realizados figuran como anexo al presente informe.



## 7) Unidades geotécnicas

A continuación presentamos las características relevantes de los diferentes estratos aparecidos en los diversos puntos de investigación, aunados bajo un solo valor característica para cada parámetro geotécnico y nivel geotécnico.

Nivel I: Cobertera vegetal y relleno.

Nivel geotécnico	II		III	
		Nº ensayos		Nº ensayos
Simplificación	Cohesivo	2	Cohesivo	1
Promedio de compresión simple	5,40*	1	-	-
Descripción	Arcilla arenosa con niveles encostrados	2	Arcilla arenosa	1
Compacidad	dura	1	-	
Módulo elástico Kp/cm <sup>2</sup>	351	1	-	
Coefficiente de Poisson	0,15	1	-	
Presión admisible Kp/cm <sup>2</sup>	3.06	1		
Densidad seca T/m <sup>3</sup>	1,93	1	-	
Saturación%***	80	1	-	
Densidad húmeda T/m <sup>3</sup>	2,16	1	-	
Humedad%	12,2	1	-	
Rozamiento <sup>o</sup>	28	1	-	
Cohesión sin drenaje Kp/cm <sup>2</sup>	2,70	1	-	
Módulo de balasto Kp/cm <sup>3</sup>	32,4	1	-	
Agresividad	No hay	1	-	
Colapso corrección de Gibbs %**	No colapsa	1	-	
Expansión Kp/cm <sup>2</sup>	No por L.L.	2	-	
Coefficiente C Sísmico	1	1	1	2
Permeabilidad m/s	<0,000000001	2	<0,000000001	2

## 8) Plano de cimentación.

Por la información que nos ha sido proporcionada, el 1er plano de excavación resultante del canto de la cimentación no supera la capa superficial de rellenos, tal y como se muestra en el capítulo "Perfiles geotécnicos".

Siendo unos rellenos antrópicos, no son aptos como plano de cimentación, y recomendamos que se aumente la excavación hasta conseguir alcanzar el nivel II, de colores nº 704, 679 y 689 tal y como se muestra en el capítulo "Perfiles geotécnicos" y se define en el capítulo "Unidades geotécnicas".

El hecho de que aparezca relleno echadizo por debajo del 1er plano de excavación en unos puntos concretos de muestreo, no implica que en toda la parcela encontremos estos mismos espesores de relleno, ya que son muestreos puntuales y muy localizados.



## 9) Tipo de cimentación.

El tipo de cimentación recomendado son zapatas aisladas arriostradas

## 10) Tensión admisible

### 10. 1) Situación de dimensionado

Las cargas que hemos estimado para hacer un predimensionado de la cimentación son:

Forjados:  $1000 \text{ Kg/m}^2$

Luz media entre pilares: 7m

Número de forjados: 2

Carga estimada: 98000 Kg

### 10. 2) Estadolímite último

Para calcular esta solicitud tomamos en consideración la fórmula de Terzaghi que prescribe el código técnico y que presentamos a continuación.

$$q_h = C_k \cdot N_c \cdot d_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot t_c + q_{ok} \cdot N_q \cdot d_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot t_q + 1/2 B' \cdot \gamma_k \cdot N_\gamma \cdot d_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot t_\gamma$$

Los valores necesarios para desarrollar esta fórmula son:

B: Lado menor del cimiento (1.35m)

D: Empotramiento (0.8m)

C: Cohesión ( $2.7 \text{ kp/cm}^2$ )

Angulo de rozamiento interno ( $0^\circ$ ).

Densidad ( $\text{Kg/cm}^3$ ).





El nivel geotécnico II recomendable para la cimentación, se cataloga según el código técnico como suelo fino cohesivo (limo-arcilla) con plasticidad y tiene una permeabilidad K inferior a 0.0001 cm/s. Para quedar por el lado de la seguridad vamos a considerar lo saturado.

Adoptamos la simplificación d) del apartado 4.2.3.1. del DBSE-C que, ante la dificultad de drenado que representan estos materiales, propone adoptar como valores de cálculo los resultados de las tensiones totales donde,  $\bar{\sigma} = 0$  y como cohesión la resistencia al corte sin drenaje del ensayo triaxial CU o UU o en su caso de compresión simple. El resultado de la fórmula de Terzaghi nos proporciona un valor de presión vertical de hundimiento total ( $q_{htotal}$ ). La presión vertical admisible o valor de cálculo de la resistencia del terreno  $R_{des}$ :

$$R_d = R_k / \gamma_R$$

Donde:

$\gamma_R$ : Coeficiente de seguridad parcial. Para hundimiento 3,0

$R_k$ : Valor característico de la presión de hundimiento ( $q_h$ )

A continuación presentamos una tabla con los valores que solicita el DB SE-C.

A continuación presentamos una tabla con los valores que solicita el DBSE-C.

	Presión vertical admisible $R_d (Kp/cm^2)$	Presión vertical de hundimiento $R_k (Kp/cm^2)$
	$R_{dTotales}$	$R_{kTotales}$
Bruta	5.67	16.77
Neta	5.55	16.65



### 10. 3) Estado límite de servicio

#### 10 .3 .1) Asientos totales

La formulación que se aplicó para determinar los asientos es la siguiente.

$$ds = dz / E( \sigma_z - V(\sigma_x + \sigma_y))$$

A continuación comentaremos como se consideró cada dato para introducirlo en la fórmula:

- 1) **dz**= Diferencial de la profundidad (Nivel geotécnico que representa cada muestra).

Nivelge otécnico	Profi nicial( m)	Prof final (m)	Profmuestra (m)
II	0.8	3.5	1.40-2.00

El suelo que subyace  
Bajo cimentación lo hemos  
calculado mediante las  
muestras tomadas en el seno de

estos tramos tal y como presentamos en la tabla adjunta.

- 2) **E** =Módulo elástico (para cada tramo)

Nivelge otécnico	MóduloEl ásticoTOT ALES Kp/cm <sup>2</sup>
II	351

El módulo elástico lo deducimos de la  
expresión  $E = Cu * 165$



### 3) $\sigma_x$ y $\sigma_y$ = Tensiones horizontales, ortogonales

Para determinar el descenso de la tensión horizontal con la profundidad (bulbo de presiones), adoptamos la formulación de Holl 1940 siguiente:

$$\sigma_x = p/2\pi (tg^{-1}(a*b/z*R_3) - (a*b*z/R_1^2 * R_3))$$

$$\sigma_y = p/2\pi (tg^{-1}(a*b/z*R_3) - (a*b*z/R_2^2 * R_3))$$

$$R_1 = (a^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_2 = (b^2 + z^2)^{0.5}$$

$$R_3 = (a^2 + b^2 + z^2)^{0.5}$$

a=Lado

En este caso para una tensión  $\sigma_z = 5.67 \text{ Kp/cm}^2$ , el asiento previsible será 1,40cm.

#### 10.3 .2) Asientos diferenciales

En el nivel II nos encontramos con tramos encostrados, con una respuesta mecánica superior al nivel II sin encostrar. Zapatas que se encuentren apoyadas en nivel sin encostrar frente a zapatas próximas que se encuentren apoyadas en zonas encostradas pueden provocar asientos diferenciales que generen giros inadmisibles para la estructura.

Distorsión angular =  $\delta_1 - \delta_2 / L$

Siendo:

$\delta_1$  = valor del asiento obtenido en el nivel de II sin encostrar: 1.40cm

$\delta_2$  = valor del asiento obtenido en el nivel II encostrado: 0.00cm (lado seguro)

L = Luz (500cm)

Obtenemos una distorsión angular de 1/357, valor inadmisibile por ser superior al admitido (1/500)

Redimensionamos las zapatas para repercutir una tensión menor y provocar menor asiento. Con unas zapatas de 1.85m y una tensión de  $3.06 \text{ Kp/cm}^2$ , obtenemos un asiento de 0.98cm y una distorsión angular de 1/510

#### 10.4) Tensión admisible de cálculo

Como tensión admisible recomendamos adoptar una tensión de  $3.06 \text{ Kp/cm}^2$



## **11) Acciones del agua.**

A continuación vamos a informar sobre los movimientos previsibles del terreno y en consecuencia de la cimentación y la estructura, en el caso de producirse un cambio de humedad en el suelo de cimentación, tanto a mayor (saturación) como a menor (desección).

### **11.1) Movimientos por saturación**

#### **11.1.1) Expansión**

Teniendo en cuenta que el material más plástico encontrado bajo el plano de cimentación y sobre el límite de la capa activa es un CL, con un límite líquido de 42.1 un índice de plasticidad de 21.4 y un pasante por el tamiz UNE 0.08 de 93%, descartamos la posibilidad que el terreno expanda en el caso de aumentar su humedad.

### **11.2) Movimientos por desecación**

#### **11.2.1) Retracción**

Dada la moderada plasticidad del suelo de cimentación y la presencia de niveles encostrados, no se espera retracción del suelo.

## **12) Rippabilidad**

En base a los muestreos realizados, en la excavación de la cimentación existirán niveles que podrán excavar con retroexcavadoras, sin embargo existen zonas donde puede ser necesario el uso del martillo.