



## TRABAJO FINAL DE GRADO

Título del trabajo: PROYECTO NAVE INDUSTRIAL EN VALL D'ALBA

Titulación: GRADO EN INGENIERIA DE OBRAS PÚBLICAS

Alumno: VICENTE BLASCO DE LA LAMA

TFG: ESTRUCTURA DE NAVE INDUSTRIAL DE ACERO: Estudio de soluciones 2, Cálculos estructurales y valoración económica.

Contenido: MEMORIA

Autores: JOSÉ ANTONIO ALAGARDA HUGUET  
VICENTE BLASCO DE LA LAMA

Contenido: ANEJO TOPOGRÁFICO

Autores: JOSÉ ANTONIO ALAGARDA HUGUET  
VICENTE BLASCO DE LA LAMA

Contenido: ANEJO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

Autores: JOSÉ ANTONIO ALAGARDA HUGUET  
VICENTE BLASCO DE LA LAMA

Contenido: ANEJO PROGRAMA DE TRABAJOS

Autor: JOSÉ ANTONIO ALAGARDA HUGUET

Cotutor: VICENTE JOSÉ LOPEZ DESFILIS

TOMO 1



## ANEJO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



## 1-INTRODUCCIÓN

## 2-TRABAJOS REALIZADOS

### 2.1 ESTUDIO GEOLÓGICO DE CAMPO Y DE ANTECEDENTES

### 2.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y DE LABORATORIO

## 3-LITOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

## 4-HIDROLOGIA SUBTERRANEA

## 5-CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

## 6- SONDEOS

## **1 INTRODUCCIÓN:**

Para realizar el presente informe, hemos obtenido el estudio a través de una empresa especializada en la ejecución de estudios geotécnicos. Por tanto nos han facilitado el informe de la parcela situada en el polígono industrial de Caseta Blanca en la localidad de Vall d'Alba (provincia de Castellón). A continuación se define el estudio.

El siguiente estudio se ha realizado con el fin de obtener:

- El análisis del contexto de la zona desde un punto de vista geológico y geotécnico.
- También se ha realizado con el fin de definir el perfil litológico del subsuelo y de las características geotécnicas de identificación, resistencia y deformabilidad de las capas atravesadas.
- Otro de los objetivos del presente estudio es la determinación de la cota del nivel freático, y el análisis de los resultados obtenidos para definir cuál es la cimentación a realizar en la nave, ya que la cimentación está muy condicionada por las características geotécnicas del terreno.

## **2- TRABAJOS REALIZADOS**

Con el fin de satisfacer los objetivos señalados anteriormente se han llevado a cabo los siguientes trabajos:

### **2.1 ESTUDIO GEOLÓGICO DE CAMPO Y ANTECEDENTES:**

Se ha realizado una inspección de campo con el fin de determinar y clasificar los materiales aflorantes superficialmente y los del subsuelo (visibles en los desmontes, excavaciones, zanjas y otros). También se ha consultado toda la bibliografía geológica y geotécnica disponible de la zona.

## 2.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO Y DE LABORATORIO

### 2.2.1 Sondeos mecánicos

Se realizaron un total de 8 sondeos a rotación y clava a presión mediante una sonda hidráulica COMACCHIO MC-300, con las siguientes características:

PESO = 2500Kg

POTENCIA DEL MOTOR= 48 CV-2300 rpm

EMPUJE= 5000 daN

TIRO= 5000 daN

El varillaje utilizado ha sido helicoidal, y con un diámetro de 90 mm. Cuando debido a la naturaleza del terreno no se ha podido utilizar este varillaje, se ha seguido avanzando el sondeo mediante el método de rotación con extracción de testigo continuo, utilizando una batería equipada con una corona widia.

La profundidad alcanzada en los sondeos fue de 6,0 m. Estos sondeos fueron controlados por un geólogo especialista en geotecnia.

### 2.2.2 Ensayos in situ SPT y muestras inalteradas

En el interior de los sondeos, se realizaron un total de 14 SPT (según las especificaciones de la norma UNE 103-800/92), prueba consistente en clavar un aparato normalizado mediante la caída libre de una masa de 63.5 kg de peso, desde una altura de 76cm.

Las características del tomamuestras son las siguientes:

LONGITUD= 813mm

DIÁMETRO EXTERIOR= 51mm

DIÁMETRO INTERIOR= 35 mm

PESO TOTAL= 7,14 Kg

La introducción del aparejo se efectúa en cuatro tramos de 15 cm cada uno, y se llama valor N a la suma de los dos valores más bajos de los tres últimos tramos, no considerando el primer tramo, realizado como limpieza.

Dada la composición litológica del subsuelo, se realizaron 2 muestras inalteradas (según las especificaciones de las normas ASTM D-1587-00 y ASTM S-3550-01), que consisten en la penetración del terreno mediante un tubo de muestreo de paredes delgadas, mediante el mismo procedimiento y características del golpeo que las especificadas para el ensayo SPT.

### 2.2.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas a partir de los ensayos SPT realizados, así como las muestras inalteradas, fueron trasladadas a un laboratorio acreditado donde fueron sometidas a los siguientes ensayos de caracterización mecánica y química, según la normativa vigente, los resultados de los cuales se exponen más adelante.

HUMEDAD (UNE 103-300/93) =7

GRANULOMETRIA (UNE 103-101/95) =7

LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103-103/94 i UNE 103-104/93) =7

CONTENIDO EN SULFATOS (ANEXO 5 EHE 98)=3

ENSAYO LAMBE (UNE 103-600/96) =2

COMPRESIÓN SIMPLE EN SUELOS (UNE 103-400/93)=2

## **3 LITOLOGIA Y CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS**

El solar objeto de este estudio presentaba, en el momento de la realización de los sondeos, una topografía irregular, con una diferencia de cotas máxima entre los extremos de aproximadamente 5.5 metros.

Geológicamente, nos situamos al pie de los últimos contrafuertes del macizo del Maestrat, en una zona donde afloran materiales rocosos formados, principalmente, por margas calcáreas y areniscas de Edad Cretácica y Jurásica.

Este macizo montañoso ha sido afectado por movimientos tectónicos distensivos, que han dado lugar a la formación de cubetas, de las llanuras costeras y de la plataforma continental. Estas zonas deprimidas han sido rellenadas por materiales detríticos cuaternarios, formados por gravas, arenas, limos y arcillas.

La sucesión litoestratigráfica obtenida a partir de los sondeos, así como las características geotécnicas de las diferentes litologías, es la siguiente:

Superficialmente y hasta profundidades variables entre 0.2 y 0.3 metros, se observa un nivel de tierra vegetal constituido por unos limos arcillosos de color marrón oscuro, con fracción arena y grava de forma dispersa.

Por debajo de este paquete superficial y hasta la máxima profundidad investigada de 6,0 metros, se sitúa un suelo de grano fino constituido por unas arcillas y/o arcillas limosas de color rojizo marronoso con fracción arena y grava, así como nódulos de carbonato, de forma dispersa.

Todo el conjunto presenta un elevado grado de carbonatación, lo que provoca una decoloración blanquinosa y un endurecimiento general del conjunto así como la formación de estratos cementados, de potencia entre decimétrica y métrica, de costras calcáreas o conglomerados.

Desde el punto de vista geotécnico se trata de un paquete cohesivo de grano fino que presenta una plasticidad baja a media con valores de expansividad no críticos, una agresividad inapreciable frente al hormigón y unas características resistentes catalogables de muy fuertes a duras, con tramos de roca blanda correspondientes a los niveles más carbonatados.

A continuación se adjunta el cuadro de características geotécnicas:

Clasificación USCS	CL-GL-SC
% que pasa por el tamiz 200	61-78%
Humedad	6,7-8,8 %
Límite líquido	19-29
Índice de plasticidad	5-17
Contenido en sulfatos	69-285mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg suelo
Índice de expansividad	0,4-0,5 kg/cm <sup>2</sup>
Cambio Potencial de volumen	No crítico
Coeficiente de balasto(k <sub>30</sub> )	6,0-8,0 kp/cm <sup>3</sup>
Coeficiente de permeabilidad (Kz)	10 <sup>-8</sup> -10 <sup>-10</sup> m/s
Compresión simple	3,3-3,9 Kg/cm <sup>2</sup>
Ensayo SPT	28-rechazo
Cohesión (estimada)	0,12-0,15 Kg/cm <sup>2</sup>
Ángulo de rozamiento(estimado)	24-26º
Peso específico aparente estimado	1,85-2,00 t/m <sup>3</sup>



#### 4 HIDROLOGIA SUBTERRANEA

Durante la ejecución de los sondeos no se detectó el nivel freático de la zona, hasta la máxima profundidad investigada de 6,0 metros.

#### 5 CONSIDERACIONES GEOTÉCNICAS

##### 5.1 Estudio de una cimentación superficial:

###### *a) Cota y tipología de la cimentación*

Una vez nivelado el solar a cota de solera de la cimentación, ésta se podría resolver de forma superficial apoyada encima del paquete cohesivo de arcillas rojizas carbonatadas con intercalaciones detríticas que presenta unas características resistentes muy buenas.

En nuestro proyecto de la nave se ha optado por zapatas de medianería y aisladas unidas mediante viga de atado perimetral y vigas centradoras en las de medianería para compensar las excentricidades de los esfuerzos existentes.

###### *b) Capacidad de carga admisible y asientos previsibles*

Partiendo de los valores de los ensayos SPT y de laboratorio, y aplicando la formulación adecuada, para una cimentación sobre terrenos cohesivos, se obtienen las siguientes cargas admisibles en función de la tipología de cimentación, con un factor de seguridad  $F=3$ , de:

Zapata aislada  $q_a=2,8 \text{ kg/cm}^2$

Zapata continua  $q_a=2,4 \text{ Kg/cm}^2$

Aplicando esta carga de trabajo, se pueden producir unos asientos del orden de 1.2 cm para una cimentación mediante zapatas, y por lo tanto admisibles para el caso que nos ocupa.

Para el valor de cálculo de la cimentación desde el punto de vista elástico se podría adoptar el valor de coeficiente de balasto, para una placa de 30x30.

##### 5.2 RIPABILIDAD

Los movimientos de tierras para la ejecución de los elementos de cimentación, no presentaran grandes dificultades desde el punto de vista mecánico, pudiéndose utilizar maquinaria convencional para este tipo de suelos, si bien, la intercalación de tramos carbonatados podría dar lugar a una disminución en el rendimiento de la maquinaria o bien a la utilización puntual de martillo neumático.



### 5.3 SISMICIDAD

Según la Norma Básica de la Edificación (NCSE-02), toda la provincia de Castellón presenta una aceleración sísmica básica ( $a_b$ )  $< 0,04$  g

En cuanto a la aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ) tenemos que:

$$a_c = S \cdot \rho \cdot a_b$$

Donde:

$a_b$  es la aceleración sísmica básica, definida aquí como  $0,04 \cdot g$

$\rho$  es el coeficiente adimensional de riesgo, que depende de la probabilidad aceptable que exceda  $a_c$  en el período de vida para el que se proyecte la construcción, y del que se consideran 2 valores:

- Construcciones de importancia normal  $\rho = 1,0$
- Construcciones de importancia especial  $\rho = 1,3$

$S$  es el coeficiente de amplificación del terreno.

Para valores donde  $\rho \cdot a_b < 0,1g$ , como sería el caso estudiado, se aplica  $S = C/1,25$ .

Donde  $C$  es un coeficiente de terreno que depende de sus características geotécnicas, hasta una profundidad de 30,0 metros.

Por consiguiente, se obtienen unos valores de aceleración sísmica de cálculo ( $a_c$ ), en función de la tipología de construcción.

Tipo de construcción	Aceleración de cálculo	
Normal ( $\rho=1,0$ )	0,0416 g	0,4077 m <sup>2</sup> /s
Especial ( $\rho=1,3$ )	0,0541 g	0,5300 m <sup>2</sup> /s

### 5.4 FORMULACIÓN

#### a) Cimentación superficial encima de niveles cohesivos

Para suelos cohesivos, se estudian las condiciones a corto término, donde el ángulo de rozamiento tiende a cero, y la fórmula de Terzaghi queda reducida a:

$$q_a = c_u \cdot N_c / F$$

donde:

$q_a$  es la capacidad portante admisible

$c_u$  es el factor de carga en función del ángulo de rozamiento

$N_c$  es la cohesión no drenada  $c_u = q_u/2$  o  $N_{spt}/k$  (constante del suelo)

$F$  es el coeficiente de seguridad

b) Cálculo de los asientos previsibles por el método de Ménard

$$W = [(2qB_0)/(9E)] * [(f_d B C V_0)^\alpha] + [f_c q B \alpha / 9E]$$

Donde:

$W$  es el asiento previsible

$q$  es la presión media efectiva que aplica el cimiento

$B_0$  es la longitud de referencia igual a 60 cm

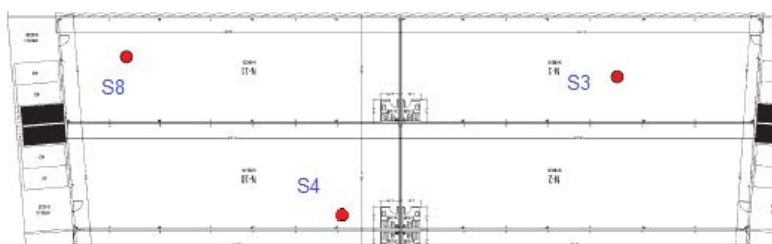
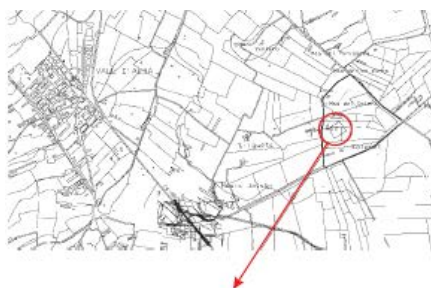
$B$  es el diámetro de la cimentación

$E$  es el módulo de deformación del terreno. Aquí  $E = N_{spt}/k$

$F_d$  y  $f_c$  son coeficientes de forma, que dependen de la relación  $L/B$  del cimiento

$\alpha$  es el coeficiente que depende del terreno y de la relación  $E/p_l$

## 6 SONDEOS



		SITUACIÓN: M3 - Parcela 1. Pol. Caseta Blanca VALL D'ALBA										S-3	
		INFORME:											
LITOLOGÍA	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	COTA	PROFUNDIDAD	ENSAYO SPT Núm. MUESTRA	OTROS ENSAYOS	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)	COHESIÓN (kg/cm²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	NIVEL FREÁTICO	
Terreno vegetal	0,2	+207,2	0										
Arcillas de color marrón a rojizo, con fracción arena, gravilla y grava, de forma dispersa.  Presenta tramos con un incipiente grado de carbonatación.  Muy fuertes a duras.	CL GC SC		1	1,0	G	8,2	25	11					
				68									
				1,6									
			2										
				3,0									
Final del sondeo a 6,0 m			3	70									
				3,6									
			4										
			5										
			6										
			7										
			8										
			9										
			10										

		SITUACIÓN: M3 - Parcela 1. Pol. Caseta Blanca VALL D'ALBA										S-4	
		INFORME:											
LITOLOGÍA	CLASIFICACIÓN U.S.C.S.	COTA	PROFUNDIDAD	ENSAYO SPT Núm. MUESTRA	OTROS ENSAYOS	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)	COHESIÓN (kg/cm²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	NIVEL FREÁTICO	
Terreno vegetal	0,2	+29,6,5	0										
Arcillas de color marrón a rojizo, con fracción arena, gravilla y grava, de forma dispersa.  Presenta tramos con un incipiente grado de carbonatación.  Muy fuertes a duras.	CL GC SC		1	1,0	G	8,3	21	8					
				36									
				1,6									
			2										
			3										
			4										
				4,5									
				Re									
			5	4,7									
Final del sondeo a 6,0 m			6										
			7										
			8										
			9										

			SITUACIÓN: M3 - Parcela 1. Pol. Caseta Blanca VALL D'ALBA								S-8	
			INFORME:									
LITOLOGÍA	CLASIFICACIÓN USCS	COTA	PROFUNDIDAD	ENSAYO SPT Núm. MUESTRA	OTROS ENSAYOS	HUMEDAD	LÍMITE LÍQUIDO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	COMPRESIÓN SIMPLE (kg/cm²)	COHESIÓN (kg/cm²)	ÁNGULO DE ROZAMIENTO	NIVEL FREÁTICO
Término vegetal	0,2	+284,9	0									
Arcillas de color marrón a rojizo, con fracción arena, gravilla y grava, de forma dispersa.  Presenta tramos con un incipiente grado de carbonatación.  Muy fuertes a duras.	CL GC SC		1	1,0	G S	7,8	19	5				
				28								
				1,6								
			2									
			3									
	4											
			4,5	Re	5,0							
	5											
Final del sondeo a 6,0 m			6									
		7										
		8										
		9										
		10										



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES  
Y PUERTOS**

