

# ESTUDIO DE SUELOS

---

Esquina Calle 07 y Calle 18.

Ordoñez, Córdoba.

**Solicitado por:**

Ing. Ariel Genga

Municipalidad de Ordoñez.

**Realizado por:**

Ing. Civil Maximiliano Carle

Geol. Javier Labat

17/12/2021



INFORME N°: 981  
Río Tercero, 17 de diciembre del 2021

**Trabajo:** Estudio de Suelo para hospitales Modular.

**Calle:** Esq. Calle 07 y 18

**Localidad:** Ordoñez.

**Provincia:** Córdoba.

**Comitente:** Ing. Ariel Genga (Municipalidad de Ordoñez).

Estimado:

Nos dirigimos a Ud. con el fin de presentarle los resultados del ESTUDIO DE SUELOS realizado en el lugar de referencia siguiendo su expreso pedido.

Agradecemos la oportunidad e interés en nuestros servicios, quedando desde ya, a su disposición para cualquier inquietud que pudiera tener sobre el contenido del presente, o si en el futuro, le podemos servir nuevamente.

Le saludamos atentamente,

Ing. Civil Maximiliano Carle

*Matricula Prov. Cba. N° 5616/X*

Geol. Javier Labat



## CONTENIDO DEL INFORME

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. UBICACIÓN .....	3
3. INVESTIGACIÓN REALIZADA Y POSICIONAMIENTO.....	3
3.1 Sondeo .....	4
3.1.1 Ensayo de Penetración Estándar (SPT).....	4
3.1.2 Ensayo de Penetración Dinámica Superpesada (DPSH).....	4
3.2 Ensayos de Laboratorio.....	5
4. PERFIL DEL SUELO.....	6
5. TIPO DE SUELO.....	6
6. AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	6
7. AGRESIVIDAD DEL AGUA Y DEL SUELO. ....	7
8. RECOMENDACIONES .....	7
8.1 Recomendación del tipo y cota de fundación. ....	8
9. CONSIDERACIONES GENERALES.....	8
10. CONDICIONES.....	9
10. ANEXO I.....	12
10.1 - Tabla de Resultados S1-S2-S3- 981 .....	12
10.2 ANEXO FOTOGRÁFICO .....	13



## 1. INTRODUCCIÓN

Este informe tiene por objeto presentar los resultados del Estudio de Suelo para un proyecto de Hospital Modular. El alcance del informe técnico es investigar las condiciones geotécnicas de los suelos en correspondencia con la ubicación de la construcción propuesta, según fuera requerido expresamente por el Comitente. La investigación de las condiciones sub-superficiales permitirá la caracterización paramétrica de los suelos para definir el tipo de fundación más adecuado para la futura obra.

## 2. UBICACIÓN

El estudio de suelo se realiza en el lote esquina entre las calles 07 y 18, emplazado en la localidad de Ordoñez, provincia de Córdoba. Al momento del estudio el terreno se encuentra nivelado con una plaza de juegos.



Imagen 1: Mapa de ubicación del terreno.

## 3. INVESTIGACIÓN REALIZADA Y POSICIONAMIENTO

La investigación que hemos llevado a cabo para la confección de esta memoria técnica ha consistido en la realización de trabajos de campo, ensayos de laboratorio y trabajo de gabinete.

En el Anexo I, al final, se adjunta el perfil correspondiente, destacándose que todos los detalles de lo explorado fueron tenidos en cuenta al analizar e interpretar los resultados y realizar las recomendaciones que se exponen más adelante.



### 3.1 Sondeo

Consiste realizar una perforación del terreno con una máquina perforadora automática a percusión. Durante el sondeo se realizaron ensayos geotécnicos in situ de tipo SPT (Ensayo de Penetración Standard) y DPSH (Ensayo de Penetración Dinámica Superpesada).

El **sondeo (S1- 981)** se ubicó a 30,0 m. de la línea municipal Sur (Calle 07) y a 7,5 m. de la línea municipal (Calle 18), con coordenadas 32°50'14.40"S 62°52'10.30"O (Sistema Geodetic WGS 84). Profundidad del sondeo 7,00 m.

El **sondeo (S2)** se ubicó a 15,0 m. de la línea municipal Sur (Calle 07) y a 8,0 m. de la línea municipal (Calle 18), con coordenadas 32°50'14.83"S 62°52'10.54"O (Sistema Geodetic WGS 84). Profundidad del sondeo 7,00 m.

El **sondeo (S3)** se ubicó a 2,0 m. de la línea municipal Sur (Calle 07) y a 7,5 m. de la línea municipal Este (Calle 18), con coordenadas 32°50'15.30"S 62°52'10.80"O (Sistema Geodetic WGS 84). Profundidad del sondeo 7,00 m.

#### 3.1.1 Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

El ensayo de Penetración Standard consiste en la perforación de un tramo del sondeo mediante un tubo hueco de 60 cm de longitud. Se realiza el golpeo de una maza de 63,5 kg de peso con caída libre desde una altura de 76,2 cm. Esta hincada tiene lugar en tres tramos de 15 cm, anotándose el número de golpes precisos para lograr cada una de las penetraciones parciales. Al extraer la cuchara Standard, se obtiene simultáneamente una muestra de suelo, a la que se le realiza ensayos de laboratorio para identificar los parámetros geomecánicos del terreno atravesado.

Con objeto de eliminar las posibles perturbaciones del suelo, como consecuencia de la perforación, solo se considera el número de golpes N30, suma de los 30 cm últimos, considerándose "rechazo" (R), cuando N30 es mayor de 50 golpes en cualquiera de los tramos de 15 cm.

#### 3.1.2 Ensayo de Penetración Dinámica Superpesada (DPSH)

El ensayo de penetración dinámica superpesada (DPSH) consiste en la perforación de un tramo del sondeo con una puntaza cónica de 20 cm<sup>2</sup> de sección. La puntaza se introduce en el terreno, debido a la caída libre de una maza de golpeo automático de 63,5 kg de peso, desde una altura de 76,2 cm, anotándose el número de golpes necesarios para introducirla 20 cm. El ensayo





se da por finalizado cuando se superen 100 golpes en un tramo de 20 cm o cuando tres valores consecutivos sean iguales o superiores a 75 golpes.

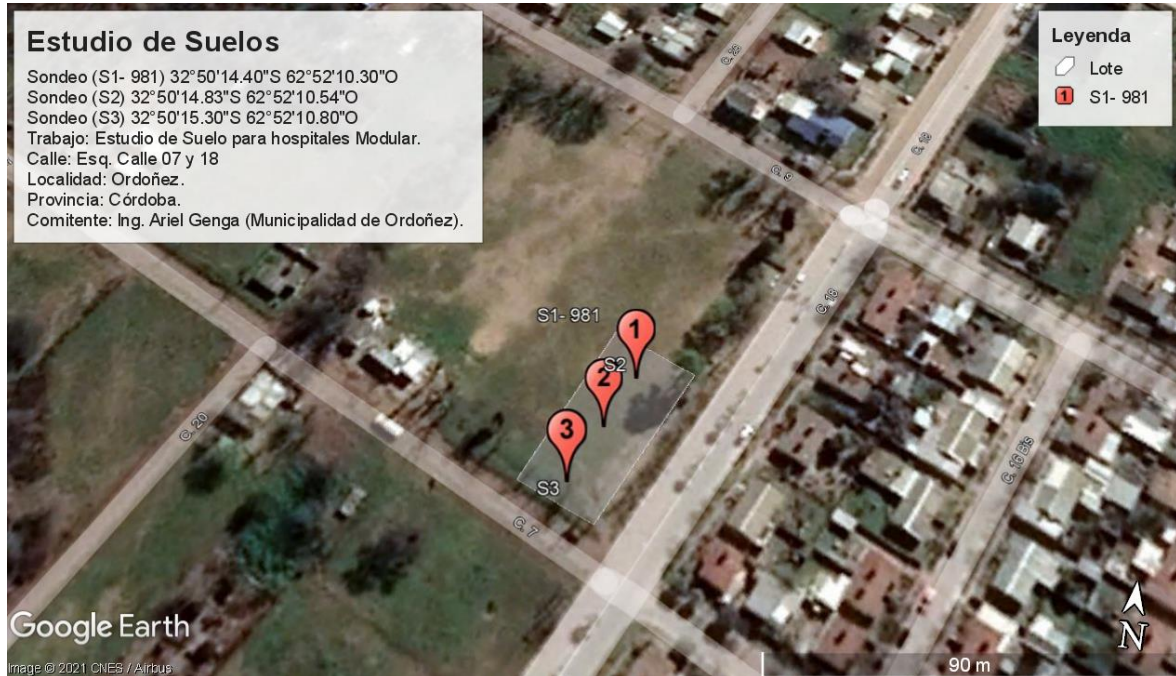


Imagen 2: Ubicación del sondeo realizado.

### 3.2 Ensayos de Laboratorio

Con el fin de evaluar las propiedades mecánicas de consistencia de las muestras de suelo, y para completar la información aportada por el análisis macroscópico, se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio

Ensayo	Norma
Humedad natural	IRAM 10519/1970
Granulometría por tamizado	IRAM 10507/1986
Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)	IRAM 10509/1982. ASTM D2487-00
Límite Líquido	IRAM 10501/1968. IRAM 10502/1968
Límite Plástico	IRAM 10501/1968. IRAM 10502/1968
Índice de Plasticidad	IRAM 10501/1968. IRAM 10502/1968
Determinación de sales	VN - E18 - 89

Tabla 1: Ensayos de laboratorio realizados.



#### 4. PERFIL DEL SUELO

##### Sondeo S1- S2- S3 – 981

Estratos	Profundidad (m)	Descripción Litológica
	0,00 – 0,30	Suelo limoso con materia orgánica, con presencia de raíces.
Estrato I	0,30 – 0,60	Limo de baja plasticidad, húmedo, color pardo oscuro, <b>consistencia muy suelta</b> . Clasificación SUCS ML.
	0,60- 2,40	Limo de baja plasticidad, humedad entre limite plástico y limite líquido, color pardo oscuro, <b>consistencia muy suelta</b> . Clasificación SUCS ML.
	2,40 – 7,00	Limo de baja plasticidad, saturado, color pardo oscuro, <b>consistencia muy suelta</b> . Clasificación SUCS ML.

Tabla 2: Resultados obtenidos para las características del perfil de suelo.

#### 5. TIPO DE SUELO

En base a la investigación realizada se ha determinado que el perfil estudiado está conformado por un estrato bien definido:

**Estrato I**, se encuentra un limo de baja plasticidad, color pardo oscuro, húmedo a **saturado (- 2,40 m.)** y con una **consistencia muy suelta**. Se incluye en un tipo de suelo loésico de origen predominante eólico, con estructura macroporosa abierta, con bajo contenido de arena fina y de bajo peso unitario, el cual presenta características de suelos **potencialmente colapsables**. Ante el incremento en el contenido de humedad, pueden sufrir deformaciones y asentamientos importantes, es decir que, en condiciones de saturación, su estructura puede colapsar bajo la acción de cargas, aun cuando estas no sean muy elevadas.

#### 6. AGUAS SUBTERRÁNEAS

Respecto a la presencia agua en el subsuelo, al momento de realizar las tareas de campo (07/12/2021), se encontró el nivel freático (NF) a los - 2,40 m.

A modo de aclaración, escapa del alcance del presente trabajo investigar las posibles oscilaciones estacionales del NF.



## 7. AGRESIVIDAD DEL AGUA Y DEL SUELO.

La proporción de sales solubles es mayor de 10 mg/l, por lo que los análisis químicos manifiestan la presencia de elementos particularmente agresivos a las estructuras de hormigón o acero. Respetar los recubrimientos mínimos de armaduras, y trabajar con hormigones compactos, poco porosos y de buena calidad, para garantizar la vida útil de la estructura. Disminuir la relación agua-cemento para controlar la relación de vacíos e impedir el ingreso de agentes agresivos al núcleo del elemento estructural y el contacto con las armaduras. Usar cemento especial resistente a Sulfatos.

## 8. RECOMENDACIONES

En base a los datos obtenidos en el terreno y cálculos realizados, se formulan las siguientes recomendaciones para el diseño del sistema de fundación. Dependiendo de los esfuerzos solicitantes, se recomienda emplear los siguientes parámetros de cálculo:

Profundidad de suelo (m)	Capacidad de carga de punta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad friccional (Kg/cm <sup>2</sup> )	Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	γd KN/m <sup>3</sup>	Ángulo de fricción interna (°)	Kv1 (MN/m <sup>3</sup> )	Kh1 (MN/m <sup>3</sup> )
0.30 - 0.5	0.2	-	0,2	12,6	2	33	28
0.5- 6.0	0.1	-				-	-
6.0- 7.0	0.2	0,1				33	28

Tabla 3: Valores de carga admisible hasta 4,30 metros de profundidad, considerando un valor de asentamiento de 1 pulgada (2,54 cm.) y coeficiente de seguridad 3.

### Coeficiente de balasto vertical “K”:

El valor del coeficiente kv1 (estimado para un ensayo de carga con una placa normalizada de B1= 0,30 m) podemos obtener el valor de “**K**” para una base cuadrada de dimensiones reales y de distinta configuración, teniendo en cuenta los siguiente:

$$k = k_{v1} \frac{B_1}{B} \quad B = \text{Ancho de la base en metros}$$





### **Coefficiente de Balasto Horizontal:**

$$k_h = k_{h1} \frac{B_1}{B}$$

$$1 \text{ MN/m}^3 = 0,10 \text{ kg/cm}^3$$

### **8.1 Recomendación del tipo y cota de fundación.**

De la clasificación, descripción y comportamiento mecánico observado en los ensayos de campo y de laboratorio de los suelos muestreados, se puede concluir los siguientes sistemas de fundación:

- Para **cargas bajas y medias** se puede emplear una fundación superficial tipo platea de hormigón.

**Si se optara esta opción, dado las características del terreno, se aconseja tomar todas las precauciones necesarias, a fin de evitar una eventual saturación del terreno superficial, lo que podría producir asentamientos en los suelos.**

Como propuesta de mejora de las propiedades del suelo se recomienda excavar para el retiro del suelo vegetal y sustituir con suelo seleccionado para apoyar la fundación, como mínimo 4 (cuatro) capas de 20 cm de espesor, incorporando material granular tipo 0/20, compactado al 97 % del ensayo de Proctor Standard, esto contribuirá a una mejor distribución de las cargas.

Este mejoramiento del suelo incrementa la tensión admisible de apoyo a adoptar.

### **9. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para un correcto proceder se formulan las siguientes observaciones de importancia:

- Se excavará con todas las medidas de seguridad pertinentes a esta actividad, asegurando que no quede material suelto o relleno de la propia excavación en el fondo de cada pozo antes de su correspondiente llenado con hormigón, para evitar asentamientos inmediatos no deseados.



- Extremar cuidados y adoptar medidas que impidan el humedecimiento del suelo (revestimiento de cañerías enterradas, veredas perimetrales, correcto diseño de desagües pluviales, etc.).
- Tomar todas las precauciones posibles para que las aguas, de cualquier origen, no produzcan humedecimientos de los suelos.
- Todo trabajo de movimiento, excavación y compactación de suelo, así como las operaciones de construcción de fundaciones deberían ser controlados por un inspector calificado, con experiencia en ingeniería geotécnica. No se deberá permitir que la eventual auto inspección del Constructor sea el único método de control.
- Es conveniente mantener la humedad natural de los suelos expuestos durante la excavación tan próximos a su valor original como sea posible. Evitar su excesivo secado o humedecimiento. Verter el hormigón dentro de la excavación tan pronto como se pueda una vez efectuada la limpieza de la misma, su inspección y su aprobación.
- Todas estas actividades son importantes para este proyecto, dado que las condiciones geotécnicas sub-superficiales podrían variar sustancialmente al cambiar el estado natural de los suelos, con graves consecuencias para las construcciones proyectadas.
- La Dirección de Obra será la encargada de verificar y controlar adecuadamente todas las tareas que se efectúen, con el fin materializar lo aquí recomendado en cuanto a cota y estrato de apoyo.
- Destacamos que es tan importante el estudio de suelos como su interpretación e implementación en obra.

Lo arriba indicado cubre las más importantes consideraciones para orientar el proyecto de fundación para esta edificación, pero no pretenden agotar todos los aspectos.

## **10. CONDICIONES**

Este Informe ha sido preparado para el uso exclusivo del Comitente, así como de aquellos técnicos que él determine, para su aplicación específica al terreno estudiado.

Las recomendaciones aquí expuestas, siguieron estándares admitidos dentro de la práctica de la ingeniería geotécnica y están basadas en la información obtenida de la exploración subsuperficial del terreno, los ensayos de laboratorio y nuestra experiencia profesional. Ninguna otra garantía es



expresada ni podrá ser inferida, como, por ejemplo, las posibles variaciones en las zonas intermedias a nuestras exploraciones y en zonas no exploradas del predio. Si hubiera variaciones evidentes durante el desarrollo de la faz constructiva del proyecto, será necesario revisar nuestras conclusiones y recomendaciones a la luz de las nuevas condiciones que se observen en el lugar.

Una revisión como la apuntada permitirá cotejar la consistencia de todos los documentos y la pertinencia de nuestras recomendaciones.

Nuestro equipo está disponible para evacuar cualquier duda durante la ejecución de estas fundaciones y/o interpretación de cualquier parte del presente Informe.

Ing. Civil Maximiliano Carle  
*Matricula Prov. Cba. N° 5616/X*

Geol. Javier Labat



# ANEXO I

---

Esquina Calle 07 y Calle 18.

Ordoñez, Córdoba.

**Solicitado por:**

Ing. Ariel Genga

Municipalidad de Ordoñez.

**Realizado por:**

Ing. Civil Maximiliano Carle

Geol. Javier Labat

17/12/2021



# 10.ANEXO I

## 10.1 - Tabla de Resultados S1-S2-S3- 981

OBRA: Hospital Modular  
 UBICACIÓN: Esq. Calle 07 y 18, Ordoñez, Córdoba.  
 COMITENTE: Ing. Ariel Genga (Municipalidad de Ordoñez).

FECHA: 07/12/2021  
 COORDENADAS: S1- 32°50'14.40"S 62°52'10.30"O  
 S2 - 32°50'14.83"S 62°52'10.54"O  
 S3- 32°50'15.30"S 62°52'10.80"O



SONDEO: S1 S2 S3 - 981

Profundidad (mbbp)	Descripción	Clasificación Unificada	Humedad W	Límites de Atterberg				Pasa tamiz Nº				Ensayo Normal de Penetración SPT S1		Ensayo Normal de Penetración SPT S2		Ensayo Normal de Penetración SPT S3		
				L.L.	L.P.	I.P.		4	10	40	200	N	Números de golpes	N	Números de golpes	N	Números de golpes	
0,0																		
0,30	Suelo Orgánico	OL																
0,5			13,0	23,8	22,2	1,6		100,0	100,0	100,0	92,3	1	1	2	4	5	2	4
1,0	Limo de baja plasticidad, húmedo, color pardo oscuro, consistencia muy suelta.		17,3	23,5	22,0	1,5		100,0	100,0	100,0	94,2	1	0	0	0	0	0	0
1,5												0	0	0	1	1	1	1
2,0			22,4	23,4	22,1	1,3		100,0	100,0	100,0	93,2	1	2	2	0	2	0	2
2,5												0	0	0	0	0	0	0
3,0												0	0	0	0	0	0	0
3,5		ML										0	0	0	0	0	0	0
4,0			28,5	23,3	21,4	1,9		100,0	100,0	98,7	94,3	1	4	0	4	1	4	1
4,5												0	1	1	0	1	0	1
5,0	Limo de baja plasticidad, saturado, color pardo oscuro, consistencia muy suelta.											1	1	1	1	1	1	1
5,5												1	1	1	1	1	1	1
6,0			27,4	23,0	21,3	1,7		100,0	100,0	100,0	95,3	3	6	4	6	3	6	3
6,5												2	3	3	2	3	2	3
7,0												3	3	3	4	3	4	4

(\*)P.C.F.: Posible Cota de Fundación.





## 10.2 ANEXO FOTOGRÁFICO



*Imagen 3: Ejecución de los ensayos en campo (S1).*



*Imagen 4: Ejecución de los ensayos en campo (S2).*



*Imagen 5: Ejecución de los ensayos en campo (S3).*





*Imagen 6: Muestra extraída de base del sondeo para determinación de capa vegetal.*



*Imagen 7: Muestra extraída a 0,50 m y su respectivo análisis granulométrico.*



*Imagen 8: Muestra extraída a 1,00 m y su respectivo análisis granulométrico.*



*Imagen 9: Muestra extraída a 4,00 m y su respectivo análisis granulométrico.*



*Imagen 10: Muestra extraída a 6,00 m y su respectivo análisis granulométrico.*