

Dr. Ing. Sergio Yazzar

Servicios de Ingeniería

ESTUDIO DE SUELOS PARA FUNDACIONES.

Obra: **Juzgado de Paz.
Calle Godoy Cruz S/N - NC. 12-40-690564.
Departamento San Martín - San Juan.**

Solicitante: **Poder Judicial.
At. Ing. Eugenio Seguin.**

Fecha: **29/03/2022**

INFORME TÉCNICO.

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico tiene por objeto realizar la caracterización geotécnica para la determinación de la capacidad portante del suelo de fundación donde se emplazará un edificio de dos plantas destinado a Juzgado de Paz, ubicado en Calle Rivadavia entre Meglioli y Godoy Cruz, departamento San Martín. El terreno está identificado bajo N.C. 12-40-690-564-00-000

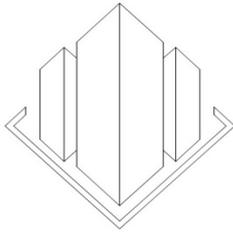
2. INVESTIGACIÓN DE CAMPAÑA

La investigación de campaña consistió en una inspección visual in situ del terreno y en la ejecución de un sondaje de 15,50 m de profundidad, donde se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT). Se determinó el perfil estratigráfico de suelo y se obtuvieron muestras de suelo para la caracterización geotécnica mediante ensayos de laboratorio.

Durante el reconocimiento del terreno en estudio se observaron los siguientes aspectos:

- En el sondaje SO_01 se encontró un perfil de suelo compuesto por Arcillas de plasticidad media, arenas limosas y limos arenosos, todos saturados. El perfil de suelo se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**
- Se encontró nivel freático a 3,0 m de profundidad.

La ubicación del sondaje se indica con coordenadas geográficas en la Tabla 2 también se pueden observar en la Figura 1.



Dr. Ing. Sergio Yazzar

Servicios de Ingeniería

Tabla 1: Caracterización geotécnica del perfil de suelo.

| Profundidad [m] | Clasificación de Suelos (SUCS) | Descripción del Suelo |
|--------------------|-----------------------------------|--|
| 0,00 a 0,20 | | Suelo vegetal consistencia blanda |
| 0,20 a 0,90 | ML | Limos de baja plasticidad arenoso. Consistencia blanda. Húmeda. |
| 0,90 a 1,45 | SM | Arena mal graduada, limosa. Compacidad media. Húmeda. |
| 1,45 a 2,45 | ML | Limos de baja plasticidad arenoso. Consistencia blanda. Saturado. |
| 2,45 a 3,45 | CL | Arcilla de baja plasticidad. Consistencia blanda. Saturada. |
| 3,45 a 4,70 | ML | Limos de baja plasticidad arenoso. Consistencia blanda. Saturado. |
| 4,70 a 6,20 | CL | Arcilla media plasticidad. Consistencia Blanda. Saturada. |
| 6,20 a 8,00 | CL | Arcilla media plasticidad. Consistencia compacta. Saturada. |
| 8,00 a 9,60 | SP - SM | Arena fina. Compacidad Muy Compacta. Saturada. |
| 9,60 a 12,30 | ML | Limo de baja plasticidad, arenoso - Consistencia Muy Blanda. Saturado. |
| 12,30 a 14,15 | CL | Arcilla media plasticidad - Consistencia Muy Compacta. Saturada. |
| 14,15 a 15,45 | CL | Arcilla media plasticidad - Consistencia Muy Compacto. Saturada. |

Nota: Nivel Freático a 3,00 m de profundidad.

Tabla 2. Coordenadas geográficas de las calicatas y sondeos.

| Sondeo | Latitud SUR | Longitud OESTE | Elevación (m) |
|--------|----------------|-------------------|---------------|
| SO_01 | 31°30'57.24"S | 68°21'2.95"O | 594 |

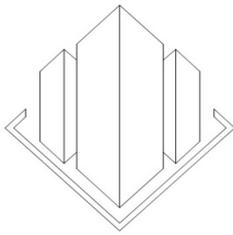


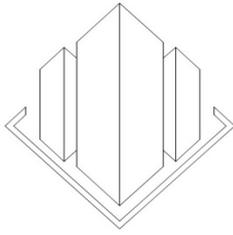
Figura 1: Ubicación de la calicata y sondaje realizadas en el terreno. Imagen de Google Earth.

2.1. SONDAJE

Se realizó un sondaje de 15,50 m de profundidad con ensayos de penetración estándar SPT cada dos metro de profundidad.

El resumen de los ensayos realizados en laboratorio se muestra en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente informe.

Los resultados de los ensayos SPT se muestran en la Figura 2. En las figuras 3 a 5 se pueden observar las muestras de suelo extraídas a 7,00; 9,00 y 13,00 m de profundidad. En la Figura 6 se muestra la ejecución del sondaje SO_01.



Dr. Ing. Sergio Yazzar Servicios de Ingeniería

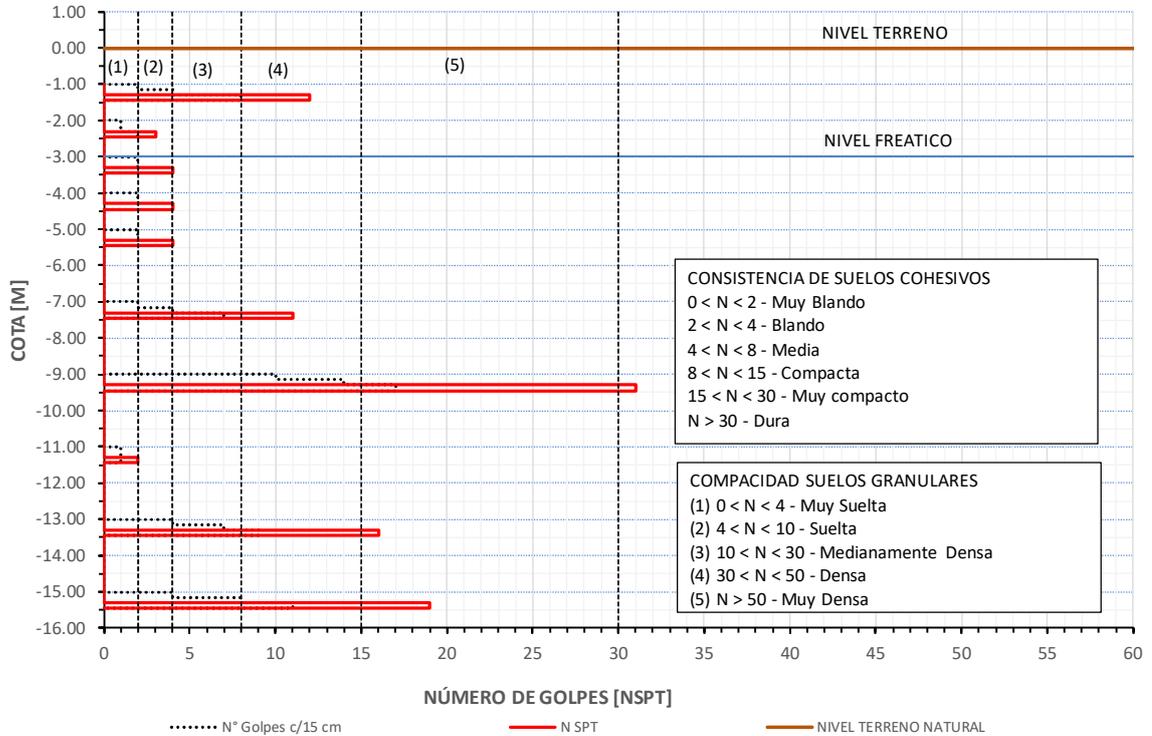


Figura 2: Resultados de ensayos de penetración estándar SPT.



Figura 3: Muestra de arcilla obtenida a 7,00 m de profundidad.



Figura 4: Muestra de arenas finas limosas extraídas a 9,00 m de profundidad.

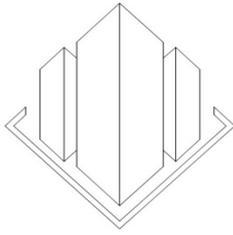


Figura 5: Muestra de arcilla extraídas a 13,00 m de profundidad.



Figura 6: Ejecución de sondaje SO_01.

2.2. NIVEL FREÁTICO

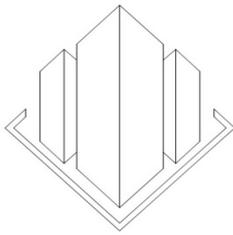
Durante la ejecución del sondaje se detectó la presencia del nivel freático (N.F.) a 3,0 m de profundidad. De acuerdo con antecedente del sitio, el Nivel Freático fluctúa entre 1,00 y 5,00 m de profundidad.

2.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras de suelo extraídas de las calicatas, se realizaron los siguientes ensayos:

- Granulometría bajo 3”.
- Límites de Consistencia (LL, LP, e IP).
- Contenido de humedad natural (w).
- Clasificación de suelos (SUCS).
- Contenido de sales solubles totales.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se presentan en la Tabla 4 en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**



3. ESTABILIDAD DINÁMICA DEL SUELO

Considerando la composición granulométrica del suelo, la posición del Nivel Freático y la zona sísmica en donde será emplazada la obra (Zona sísmica 4), el reglamento INPRES-CIRSOC 103 establece que la licuación de suelos tendrá lugar cuando se cumplan simultáneamente las siguientes tres condiciones:

- a- que la granulometría del lugar esté dentro de los límites establecidos de finura,
- b- que exista posibilidad de saturación (nivel freático alto),
- c- que ocurra un sismo de elevada magnitud.

Siguiendo el lineamiento establecido por las Normas Argentinas para Construcciones Sismorresistentes INPRES CIRSOC 103 [Ref. 3], en vigencia en todo el País, al haberse encontrado suelos arenosos saturados, se considera el suelo dinámicamente inestable.

4. CAPACIDAD PORTANTE

Se propone realizar un sistema de fundaciones profundas mediante pilotes de Hormigón Armado colados in situ, transmitiendo la carga por la punta y por el fuste a una profundidad considerada entre 14,00 a 15,00 m.

La carga admisible de punta de un pilote fundado a 14,00 o 15,00 m de profundidad se ha calculado mediante la ecuación de Meyerhof [Ref. 1], como se indica en las Ecuaciones 1 y 2:

$$Q_p = A_p * q' * N_q^* \leq A_p * q_l \quad \text{Ec. (1)}$$

$$q_l = 0,5 * p_a * N_q^* * \tan \phi' \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

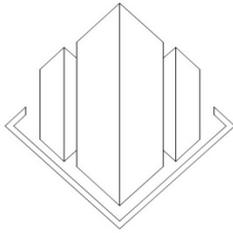
A_p = Área de la punta del pilote.

q' = tensión vertical efectiva al nivel de la punta del pilote.

N_q^* = Factor de capacidad de carga.

q_l = Esfuerzo unitario límite en la punta del pilote.

p_a = Presión atmosférica (100 kN/m²)



Dr. Ing. Sergio Yazzar Servicios de Ingeniería

δ' = Angulo de fricción efectivo a nivel del estrato de apoyo.

La carga admisible de fricción de un pilote fundado a 14,00 m de profundidad se ha calculado según lo propuesto por Coyle y Castello [Ref. 1] como se indica en la Ecuación 3:

$$Q_f = (K * \sigma'_o * \tan \delta') * p * L \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

Q_f = Carga última del pilote por fricción

K = Coeficiente de presión de tierra (Figura 11.17 de [Ref. 1])

σ'_o = Presión efectiva promedio

δ' = Ángulo de fricción entre el suelo y el pilote = $0,8 \phi$

p = Perímetro del pilote

L = Longitud efectiva del pilote

Se adoptaron los parámetros resistentes c' y ϕ' correspondientes a la envolvente de rotura del modelo de Mohr-Coulomb en función de los ensayos de laboratorio, siendo: cohesión $c' = 0.00$ MPa y ángulo de fricción $\phi' = 26^\circ$. Estos parámetros corresponden a un suelo de partículas finas a una profundidad de 14,00 y 15,00 m.

Se considera:

- Nivel freático a 1,00 m de profundidad.
- $\gamma_{\text{sat}} = 18,00 \text{ kN/m}^3$
- Profundidad del pilote $z = 14,00$ y $15,00$ m.
- Diámetro del Pilote $D = 0,80; 1,00$ y $1,20$ m.
- $\phi = 26^\circ$
- $N_q^* = 29.5$
- Factor de seguridad $FS = 3,0$

En Tabla 3 se presentan los valores de carga de punta y fricción admisibles para pilotes de 0,80; 1,00 y 1,20 m de diámetro y 14,00 a 15,00 m de profundidad efectiva. (*)

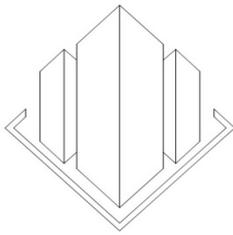


Tabla 3. Carga admisible por punta y fricción de pilotes.

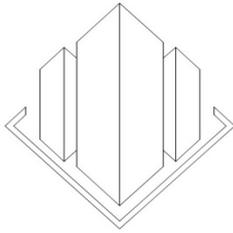
| Diámetro [m] | Profundidad efectiva [m] | Carga admisible por punta Q_{padm} [kN] | Carga admisible por fricción Q_{fadm} [kN] |
|--------------|--------------------------|---|--|
| 0.80 | 14.00 | 121 | 159 |
| 1.00 | 14.00 | 188 | 265 |
| 1.20 | 14.00 | 271 | 398 |
| 0.80 | 15.00 | 121 | 170 |
| 1.00 | 15.00 | 188 | 284 |
| 1.20 | 15.00 | 271 | 426 |

(*) NOTA: las dimensiones definitivas de los pilotes deberán ser determinadas posteriormente en función del diseño estructural definitivo del edificio.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En función de los ensayos in situ y de laboratorio realizados, se presentan las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1- El suelo se considera dinámicamente inestable.
- 2- El nivel freático se encuentra a 3,00 m de profundidad, pero hay antecedentes que indican que el Nivel Freático ascendió hasta a 1,00 m de profundidad.
- 3- Se recomienda realizar fundaciones profundas mediante pilotes de Hormigón Armado Colados in situ, de diámetros comprendidos entre 0,80 a 1,20 m.
- 4- La profundidad del plano de fundación se establece entre 14,00 a 15,00 m, correspondiente a estratos de arcilla de consistencia muy compacta.
- 5- Las cargas admisibles de pilotes se indican en Tabla 3.



Dr. Ing. Sergio Yazzar **Servicios de Ingeniería**

6- Debido al contenido de sales solubles en el suelo, se recomienda utilizar cemento portland puzolánico (alta resistencia a los sulfatos - ARS), baja relación agua-cemento con ayuda de aditivos fluidificantes y la vibro colocación de los hormigones.

6- REFERENCIAS

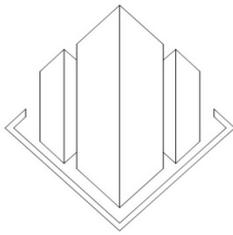
[1] - Braja M. Das (2004). Principles of Foundation Engineering, 5Ed.

[2] - Braja M. Das (2001). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica ISBN 970-686-061-4

[3] - Braja M. Das (2009). Shallow Foundations, 2Ed.

[4] - Joseph E. Bowles (1996). Foundation Analysis and Design, 5Ed.

[5] - Reglamento INPRES CIRSOC 103 – Parte I (1991).



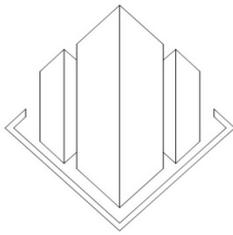
Dr. Ing. Sergio Yazzar
Servicios de Ingeniería

ANEXO A

Obra: **Juzgado de Paz.**
Calle Godoy Cruz S/N - NC. 12-40-690564.
Departamento San Martín - San Juan.

Solicitante: **Poder Judicial.**
At. Ing. Eugenio Seguin.

| Sondaje | | SO_01 | SO_01 | SO_01 | SO_01 | SO_01 |
|---------------------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Prof. [m] | | 1,00 a 1,45 | 2,00 a 2,45 | 3,00 a 3,45 | 4,00 a 4,45 | 5,00 a 5,45 |
| Tamiz | Abertura [mm] | Pasa [%] |
| 3" | 76.200 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.00 |
| 2" | 50.800 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.00 |
| 3/4" | 19.100 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.00 |
| 3/8" | 9.520 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.00 |
| Nº 4 | 4.760 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.000 | 100.00 |
| Nº 10 | 2.000 | 99.600 | 99.700 | 100.000 | 99.000 | 100.00 |
| Nº 40 | 0.425 | 98.500 | 99.200 | 99.500 | 96.500 | 99.73 |
| Nº 100 | 0.149 | 85.500 | 97.200 | 98.500 | 92.500 | 98.50 |
| Nº 200 | 0.074 | 44.500 | 67.600 | 97.500 | 61.000 | 95.77 |
| LL [%] | | X | X | 47.3 | X | 45.60 |
| IP [%] | | NP | NP | 20.1 | NP | 20.60 |
| SUCS | | SM | ML | CL | ML | CL |
| γ_d (kN/m ³) | | 16 | 19.1 | 18.9 | 17.83 | 18.86 |
| wn (%) | | 2,67 | 31.35 | 31 | 18.55 | 27.19 |
| Sales solubles [%] | | 0.18 | 0.20 | NF | NF | NF |
| c [t/m ²] | | - | - | - | 2.2 | - |
| ϕ [°] | | - | - | - | 28 | - |



Dr. Ing. Sergio Yazzar
Servicios de Ingeniería

| Sondaje | | SO_01 | SO_01 | SO_01 | SO_01 | SO_01 |
|---------------------------------|---------------|-------------|------------|--------------|--------------|--------------|
| Prof. [m] | | 7,00 a 7,45 | 9,0 a 9,45 | 11,0 a 11,45 | 13,0 a 13,45 | 15,0 a 15,45 |
| Tamiz | Abertura [mm] | Pasa [%] | Pasa [%] | Pasa [%] | Pasa [%] | Pasa [%] |
| 3" | 76.200 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 2" | 50.800 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 1" | 25.400 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/4" | 19.100 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| 3/8" | 9.520 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Nº 4 | 4.760 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |
| Nº 10 | 2.000 | 100.00 | 98.73 | 99.60 | 99.63 | 99.80 |
| Nº 40 | 0.425 | 99.43 | 91.40 | 98.27 | 98.93 | 99.13 |
| Nº 100 | 0.149 | 98.27 | 40.33 | 94.90 | 97.47 | 97.37 |
| Nº 200 | 0.074 | 94.97 | 11.67 | 68.77 | 94.73 | 90.97 |
| LL [%] | | 32.00 | 0.00 | 38.86 | 47.80 | 47.80 |
| IP [%] | | 18.00 | 0.00 | 11.59 | 21.80 | 21.80 |
| SUCS | | CL | SP SM | ML | CL | CL |
| γ_d (kN/m ³) | | 20.06 | 20.93 | 19.72 | 20.05 | 19.70 |
| wn (%) | | 22.30 | 13.50 | 20.99 | 21.23 | 22.00 |
| Sales solubles [%] | | NF | NF | NF | NF | NF |
| c [t/m ²] | | - | - | - | - | - |
| ϕ [°] | | - | - | - | - | - |

NF: No floclula

Tabla 4. Características geotécnicas del suelo.