

**CONSULTORA DE INGENIERIA**

Ing. Main Ricardo Enrique
Mat.: C.I. 5188 E.R.

CONTACTO:

Tel/Fax: (0343)4070764 - Cel: (0343)155178145
Email: ricardomain@ingrem.com.ar
WebSite: www.ingrem.com.ar

COMITENTE: INGENIERO ERNESTO KEMMERER

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE ÁREA METROPOLITANA – ORO VERDE

PROYECTO AGUA POTABLE AREA **METROPOLITANA PARANÁ**

INFORME GEOTÉCNICO **CENTRO DE DISTRIBUCION** **ORO VERDE**

<u>REVISÓ</u>	<u>FECHA</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>
Nombre y Apellido:	de Revisión: ____/____/____	Observaciones:
Nombre y Apellido:	de Aprobación: ____/____/____	



CONSULTORA DE INGENIERIA
ESTUDIO GEOTÉCNICO

Página 1 de 14

M.M.C. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M.P. y S.

1. Objetivo del Estudio

Estudiar las características desde el punto de vista geotécnico, en el lugar de emplazamiento de la futura obra. Determinar tipos de fundación aconsejables, sus características generales y análisis de alternativas. Proveer datos de diseño necesarios para el proyecto y dimensionamiento de los tipos de fundación, y otras componentes de la obra. Recomendar detalles constructivos adaptados a las condiciones de suelo.

2. Características de la Obra

Al momento de ejecución de este estudio se cuenta con las siguientes características de las obras a saber:

- Se trata de la construcción de los centros de reserva y distribución conforme, con la posibilidad de fundar tanques elevados o reservorios bajo nivel de terreno natural.

3. Trabajos Realizados

Se han efectuado estudios de campo, laboratorio y gabinete

3.1) Estudios de campo.

Se han efectuado dos auscultaciones para medición de consistencia como ser ensayos SPT (ensayo de penetración estándar).

ENSAYOS SPT

Se efectuaron dos perforaciones, cuya ubicación se aprecia en el croquis adjunto, la profundidad de ambos sondeos realizados fue de 6,00m tomados desde cota de boca de pozo, como se desprende en la planilla respectiva.



3.1.2. Ensayo SPT

Los ensayos SPT han respondido a la Norma IRAM 10517/70, y han sido efectuados mediante la hincada de un sacamuestras bipartido (Terzaghi) de 2" de diámetro exterior, hincado al dejar caer libremente una maza de 140 libras (63,5 kg), desde una altura de 30" (762 mm) sobre la cabeza de golpeo de las barras de sondeo.

Número de golpes	Consistencia
0 a 2	muy blanda
2 a 4	blanda
4 a 8	Medianamente compacta
8 a 15	compacta
15 a 30	muy compacta
más de 30	dura

En la determinación de la resistencia a penetración de una arena influye la profundidad a la cual se practica el ensayo, debido al confinamiento producido por la presión de la sobrecarga. Puede ocurrir que al aumentar la profundidad exhiba valores mayores de densidad relativa que la real.

Si se considera normal el valor de N a una profundidad que corresponde a una presión efectiva de sobrecarga de 10 t/m², el factor de corrección CN que hay que aplicar a los valores de N para otras presiones efectivas diferentes está dado por la expresión:

$$CN = 0,77 \cdot \log 200/p$$

Donde:

CN = Factor de corrección

p = Presión efectiva debida a la sobrecarga (t/m²).



3.1.3. Medición del nivel freático y agua superficial

Durante las labores de campaña se efectuó la determinación instantánea de la lámina subterránea. En la ciudad de Oro Verde en el predio ubicado en el barrio triangular no fue divisada la presencia de napa freática hasta la profundidad final de perforación.

3.2. 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:

3.2.1.- Humedad Natural (Wn)

Según normas IRAM 10519/70. Se midió como el porcentaje del agua respecto al Peso seco de las partículas, en su estado natural

$$(Wn = (Psh - Pss) / Pss * 100)$$

3.2.2.- Granulometría

Según normas IRAM 10512/77. Se realizó, el lavado sobre tamiz N° 200 y el tamizado se efectuó, sobre la serie de tamices N° 4 (4.76 mm), N° 10 (2 mm), N° 40 (0.417 mm) y N° 200 (0.074 mm).

3.2.3.- Limites de Atterberg

Los limites liquido (LL) y plástico (LP) se determinaron siguiendo las normas IRAM 10501/68 e IRAM 10502/68. Con los datos obtenidos con este ensayo y el de granulometría, se clasificaron los suelos según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y según el Sistema de la Highway Research Association (HRB).

3.2.3.1.- Índice de Liquidez del Suelo



Por otra parte, teniendo en cuenta la humedad natural y los valores de LP e IP (IP = LL-LP), se calcula el Índice de Liquidez del suelo (B).

$$B = \frac{w - LP}{IP} 100$$

Este índice da una medida indicativa de consistencia del suelo según la tabla siguiente: Denominación de los suelos arcillosos sobre la base del Índice de Consistencia B (o IL).

ARCILLAS MUY ARENOSAS

dura	B < 0
plástica	0 < B < 1
líquida	B > 1

ARCILLA POCO ARENOSA Y ARCILLA

dura	B < 0
semiduro	0 < B < 0,25
poco dura	0,25 < B < 0,50
plástica	0,50 < B < 0,75
líquido plástica	0,75 < B < 1
líquida	B > 1

3.2.3.2.- Potencial de Hinchamiento de los suelos

A partir de los datos de índice de plasticidad (IP) y humedad natural (wn) se analizó la susceptibilidad a expansión de los estratos arcillosos utilizando dos métodos:

- Método de Holtz y Gibbs (1954): identifica el perfil de expansividad en función del Índice de Plasticidad.

Índice de Plasticidad	0- 15	10- 35	20- 55	> 55
Potencial de hinchamiento	Leve	Medio	Alto	Muy Alto

- Método recomendado por el Manual de U.S. Army Corps of Engineer (EM-1100-1-1904- Cap. 5.5). Análisis de la susceptibilidad a la expansión de los estratos arcillosos en base a una ecuación para el hinchamiento libre formulada por O'neil-Ghazzaly:



$$S_f = 2.27 + 0.131w_L - 0.27w_0$$

S_f : Expansión libre (%)

w_L : Límite líquido (%)

w_0 : Humedad natural (%)

Esta metodología no tiene en cuenta la tapada de suelo, o sea la presión efectiva. Es por este motivo que el Manual recomienda utilizar la ecuación propuesta por Gogoll (1970) para determinar el hinchamiento porcentual final:

3.2.4.- Peso específico aparente del suelo húmedo (γ_{hum})

Se define como el cociente entre el peso de las partículas más el agua que contiene y el volumen total del mismo. Se obtuvo mediante el método de la parafina. Considerando el contenido de humedad natural que posee el suelo, se obtiene el peso específico aparente del suelo seco, mediante la expresión:

$$\gamma_d = \gamma_{hum} (1 + W_n/100)$$

3.2.5.- Peso específico aparente del suelo húmedo (γ_{hum})

Se evalúa el potencial de colapso de un suelo por el criterio de colapsabilidad de Gibbs, según el cual un suelo presenta riesgo de ser colapsable si su densidad seca (G_d) es inferior al siguiente cociente:

$$G_d < 2.6 / [1 + (0.026 w_L)]$$

3.2.6.- Ensayos triaxiales. (IRAM 10529- AASHTOT234-70;ASTM D285070)

El método utilizado fue de deformación controlada a una velocidad de deformación de 1 mm por minuto, efectuando lecturas cada 15 segundos de la carga axial aplicada.

Los ensayos se realizaron sobre muestras de suelos cohesivos, con humedad natural. Fueron del tipo múltiple y en probetas independientes, no drenado (NCR), según la homogeneidad y disponibilidad de las mismas.



La presión de confinamiento fue dada mediante agua, desde una cámara intermedia, transmitiendo la presión con una válvula reguladora de presión, y fue de 0.5, y 1 kg/cm². La tensión desviadora, se midió mediante un aro dinamométrico calibrado, a medida que avanzaba el ensayo.

En todos los casos se utilizaron para medir deformaciones, flexímetros de una sensibilidad de 0,01 mm por división.

Las probetas fueron de una esbeltez igual a 2. En todos los casos las dimensiones fueron de 4 cm de diámetro por 8 cm de altura. Dichas probetas fueron protegidas, durante el ensayo, con membranas de látex.

Se consideró como rotura del espécimen ensayado, cuando la tensión desviadora se mantuvo constante (es decir a lecturas repetidas o muy próximas del flexímetro que marca la deformación del aro dinamométrico).

Se midieron las humedades antes y después del ensayo

3.3. Ubicación sondeos

Imagen Satelital



Imagen Satelital: Predio Centro de Reserva y Distribución – ciudad de Oro Verde.



CONSULTORA DE INGENIERIA
ESTUDIO GEOTÉCNICO

Página 7 de 14

M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M.P.T. y S.

3.4. Fotografías de la zona de estudio

Estudio Geotécnico Predio Oro Verde



Imagen 01: Predio Centro de Distribución y Almacenaje - Oro Verde

Imágenes Sondeo 1



Imagen 02: Tareas de Barrenado - Oro Verde



Imagen 03: Ejecución Ensayo -SPT Oro Verde



CONSULTORA DE INGENIERIA
ESTUDIO GEOTÉCNICO

M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M. P. y S.

Página 8 de 14

Imágenes Sondeo 2



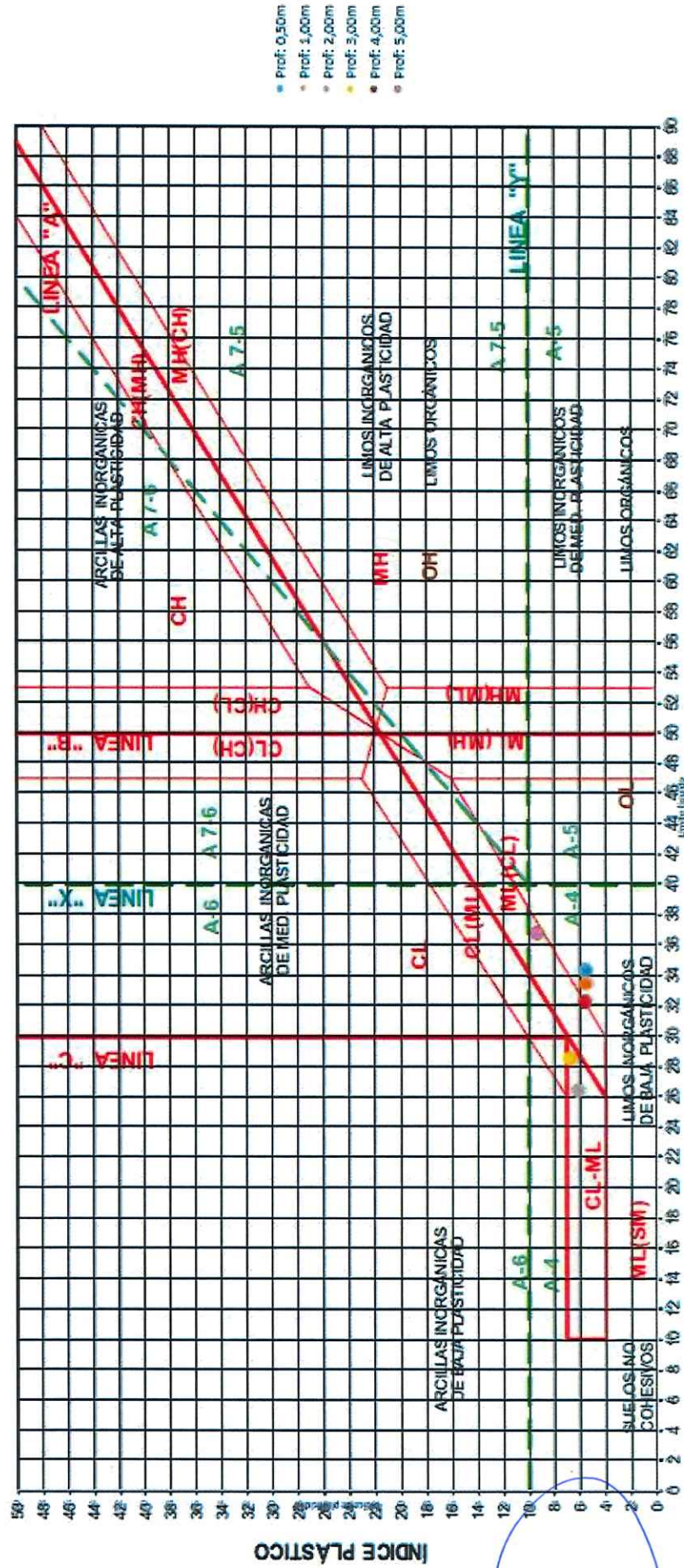
Imagen 04: Tareas de Barrenado - Oro Verde



4. Descripción del perfil Geotécnico hallado

4.1. Clasificación

Ábaco de Casagrande



M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO
 Director General
 Dirección General Obras
 Sanitarias de Entre Ríos
 M.P.I y S.

Abaco Sondeo 1 – Predio Oro Verde

4.2. Colapsabilidad

CALLE LAS MARTINETAS - ORO VERDE - ENTRE RÍOS
SONDEO 01
FECHA 10/6/2019

PERFORACIÓN N°: 1
Cota de Boca (m): 0.00
Nivel Freático (m): ND



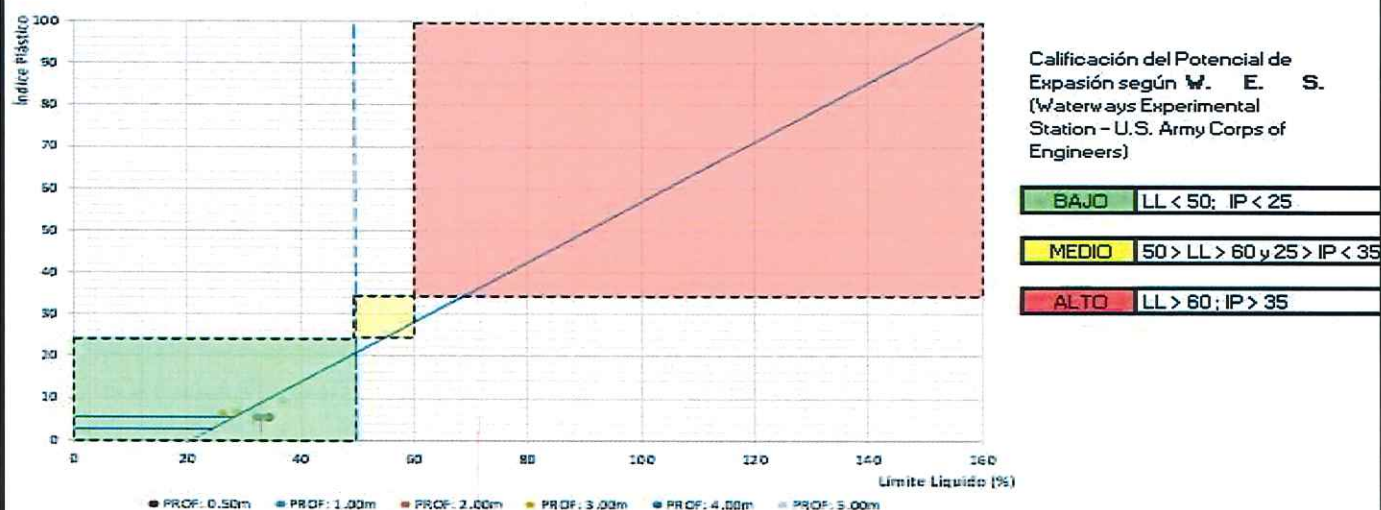
Abaco Sondeo 1 – Oro Verde

4.2. Expansión

CALLE LAS MARTINETAS - ORO VERDE - ENTRE RÍOS
SONDEO 01
FECHA 10/6/2019

PERFORACIÓN N°: 1
Cota de Boca (m): 0.00
Nivel Freático (m): ND

CALIFICACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN



Abaco Sondeo 1 – Oro Verde



CONSULTORA DE INGENIERIA
ESTUDIO GEOTÉCNICO

Página 11 de 14

M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M.P.I y S.

4.4 Agresividad al Hormigón y al Acero

Las muestras de suelos no flocculan en agua destilada. En consecuencia, el contenido de sales solubles (Cloruros y Sulfatos), es inferior al 0,1% siendo no agresivas al hormigón. Los hormigones de las fundaciones con recubrimiento de armadura superior a 2,5cm, en consecuencia, no requieren medida de precaución especial.

5. Descripción general

SONDEO 1-2- PREDIO ORO VERDE

El perfil de los dos sondeos efectuados se componen desde la cota de boca de pozo hasta el primer metro de profundidad por un Limo magro y de baja plasticidad de clasificación SUCCS (ML), de color negro y castaños oscuro, de consistencia compacta para el primer metro (N igual a 7-9 golpes), debajo del estrato anterior y hasta la profundidad de 3,00m se divisó la presencia de una arcilla limosa de clasificación SUCCS (CL-ML), de color castaño, de compacidad medianamente compacta variando a compacta en función de la profundidad (N igual a 4 y 9 golpes) luego hasta el final de la primer perforación se divisó la presencia nuevamente de un limo de baja plasticidad como los anteriormente ensayados de consistencia compacto (N igual a 17 golpes para los 4,00m y 9 golpes para los 5,00).

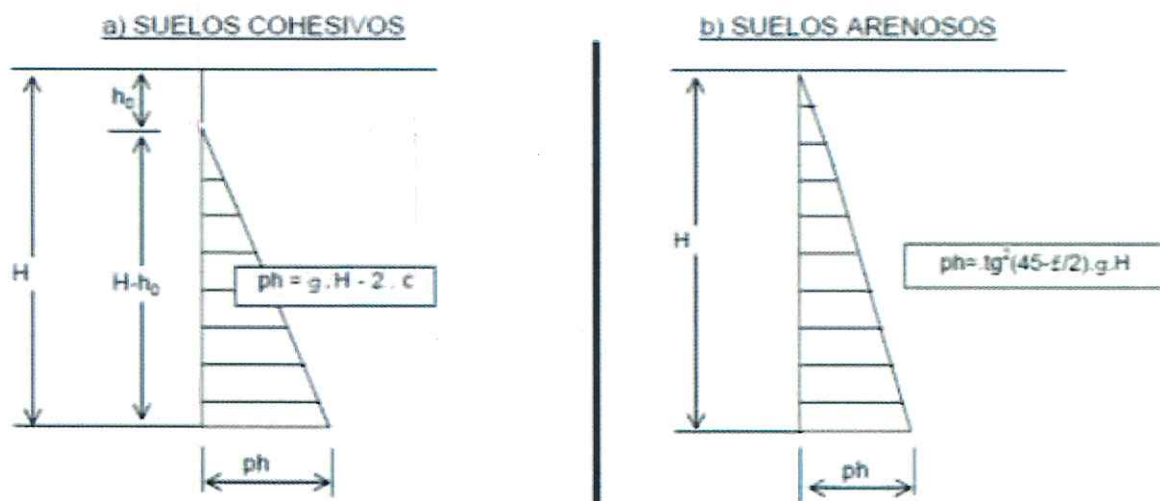


6. Recomendaciones Generales

6.1 Muro de contención y fundaciones directa

DIAGRAMAS DE EMPUJES EN PARAMENTOS VERTICALES

- Estos diagramas corresponden a las hipótesis de: una rotura plana, para un macizo homogéneo, con superficie libre horizontal, limitado por una pantalla vertical lisa.



La presión activa (σ_a) sobre la estructura vendrá definida por la siguiente expresión:

$$\sigma_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \cdot (\gamma h + q) - 2C \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

La presión pasiva (σ_p) sobre la estructura vendrá definida por la siguiente expresión:

$$\sigma_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \cdot (\gamma h + q) - 2C \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Densidad Natural: 1.75 ton/m³

Cohesion: 0.25 kg/cm²

Angulo de Friccion: 10°

Se trata de coeficiente minimos para el calculo de de muros de contencion o obras transitorias de excavacion y apuntalamiento.



7. TIPO DE FUNDACION Y CAPACIDAD PORTANTE

En función de la naturaleza del perfil detectado y tomando en cuenta las características de las obras, se considera viable la opción de cimentación, mediante bases aisladas de H^ºA^º, que lleguen hasta el estrato compacto que se presenta en el estudio.

BASES CORRIDAS DE H^ºA^º

TENSIONES Y COEFICIENTES PROPUESTOS

Profundidad: -1.70m

Tensión admisible: 0.70kg/cm²

Coef. Balasto: 700 ton/m³

TENSIONES Y COEFICIENTES PROPUESTOS

Profundidad: -2.20m

Tensión admisible: 1.40kg/cm²

Coef. Balasto: 1400 ton/m³

Derivadas de la presencia de suelos finos en los primeros estratos se dan las recomendaciones :

- a) El suelo seleccionado de IP < 15% para la utilización de rellenos o remplazos será compactado por capas de 0,20m de espesor máximo, a densidad controlada, alcanzando al menos el 98% del ensayo de compactación Proctor Standard. Idéntico criterio se deberá tomar para los eventuales alteos del terreno.
- b) A partir de los niveles de piso elegidos, se debe procurar el alejamiento rápido del agua de lluvia de las cercanías de las fundaciones. Respetar las veredas previstas en el proyectado.



REGISTRO DE PERFORACIÓN

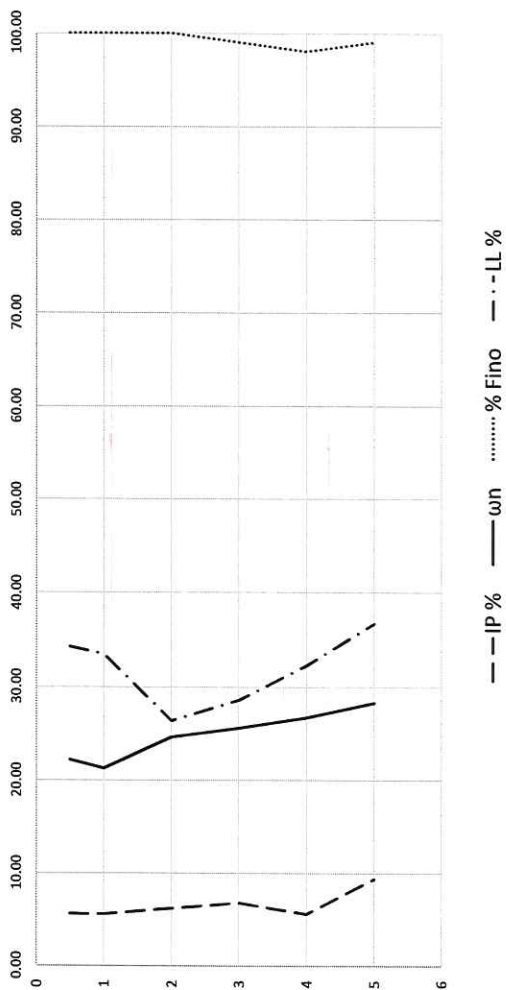
CODIGO DE PROYECTO: SONDEO 01
PROYECTO: N° DE PERFORACIÓN
SOLICITADO: UBICACIÓN
COMITENTE: REALIZADO
FECHA: REVISADO
Ing. Ricardo E. Main
10/06/19
FECHA DE PERFORACIÓN:
PROFUNDIDAD TOTAL (m): 5.00
PROF. NIVEL FREÁTICO (m): ND

Perforación (m)	Gráfico Tipo de Suelo	Descripción del Suelo	Clas. SUCCS	INDICES Y CONSTANTES						ENSAYOS FÍSICOS										ENSAYOS MECÁNICOS					
				ω _n	LL %	LP %	IP %	$\frac{\text{Liquidez (LL - } \omega_n)}{\text{IP}}$	Cons. Relativa $\left(\frac{\omega_n - \text{LP}}{\text{IP}}\right)$	$\frac{\text{Actividad Arcillas IP}}{\% < 2\text{mm}}$	GRANULOMETRÍA						SPT	DENSIDADES		TRIA					
											4,750 a 75 mm	GRAVA			ARENAS			0,075 a 4,750 mm	< 0,075 mm		N° Golpes para 30 cm	DH (t/m³)	DS (t/m³)	C (kg/cm²)	
												> TN° 4	TN° 4	TN° 10	TN° 40	TN° 200									
0.00		Limo baja plasticidad Color Negro	ML	22.17	34.25	28.63	5.62	2.15	-1.15	0.06	0	100	100	100	100	100	9	1.780	1.457						
-0.50		Compacidad: Compacto																							
-1.00		Limo baja plasticidad Color Castaño Oscuro	ML	21.25	33.47	27.89	5.58	2.19	-1.19	0.06	0	100	100	100	100	100	9	1.769	1.459						
-1.50		Compacidad: Compacto																							
-2.00		Arcilla limosa Color Castaño	CL-MIL	24.63	26.35	20.14	6.21	0.28	0.72	0.06	0	100	100	100	100	99	5	1.688	1.354						
-2.50		Compacidad: Medianamente Compacto																							
-3.00		Arcilla limosa Color Castaño	CL-MIL	25.57	28.56	21.78	6.78	0.44	0.56	0.07	1	99	99	99	98	97	8	1.792	1.427						
-3.50		Compacidad: Compacto																							
-4.00		Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	26.70	32.25	26.66	5.59	0.99	0.01	0.06	2	98	97	97	97	97	13	1.815	1.433						
-4.50		Compacidad: Compacto																							
-5.00		Limo baja plasticidad Color Castaño	MIL	28.28	36.74	27.40	9.34	0.91	0.09	0.10	1	99	98	98	98	98	9	1.798	1.402						
-5.50		Compacidad: Compacto																							

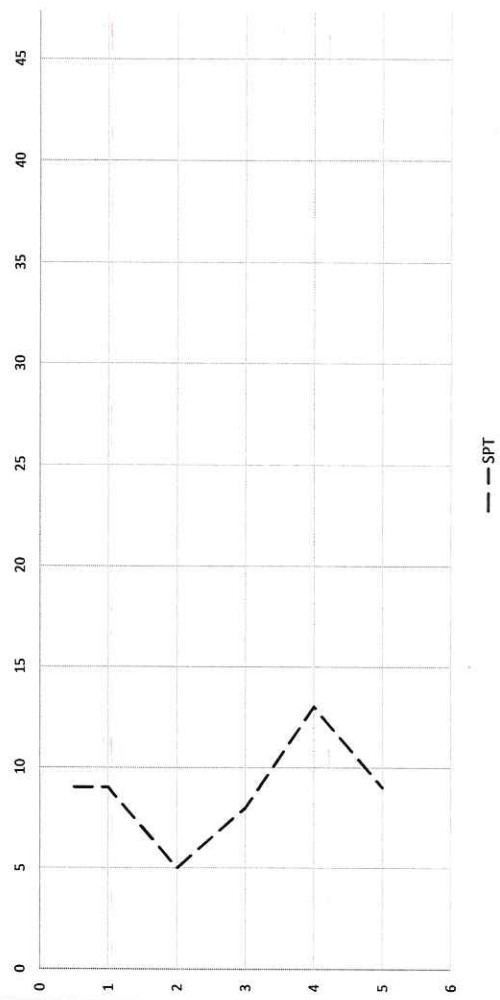
M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M.P.I y S.

DIAGRAMA RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

ENSAYOS FÍSICOS



ENSAYOS MECÁNICOS



M.M.C. JORGE LUIS TRUPIANO
 Director General
 Dirección General Obras
 Sanitarias de Entre Ríos
 M.P.I y S.



INGREM Consultora de Ingeniería
Oficina: Alaña N° 556
Laboratorio: Larramendi N° 100 - Paraná E.R.
Email: ricardomalin@ingrem.com.ar
Tel/Fax: (0343)4070764 - Cel: (0343)155178145

REGISTRO DE PERFORACIÓN

CODIGO DE PROYECTO:

PROYECTO:

SOLICITADO:

COMITENTE:

FECHA:

RED DE DISTRIBUCION DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PARANA

CENTRO DE RESERVA Y DISTRIBUCION CIUDAD DE ORO VERDE

Ing. ERNESTO KEMMERER

N° DE PERFORACION

UBICACION

REALIZADO

REVISADO

FECHA DE PERFORACION:

PROFUNDIDAD TOTAL (m):

PROF. NIVEL FREÁTICO (m):

SONDEO 02

CALLE LAS MARTINETAS - ORO VERDE - ENTRE RÍOS

Ing. Ricardo E. Main

10/06/19

5.00

ND

Perforación (m)	Gráfico Tipo de Suelo	Descripción del Suelo	Clas. SUCCS	INDICES Y CONSTANTES						ENSAYOS FÍSICOS										ENSAYOS MECÁNICOS					
				ωn	LL %	LP %	IP %	Liquidez (LL - ωn) ————— IP	Cons. Relativa (ωn - LP) ————— IP	Actividad Arcillas IP		GRANULOMETRIA				SPT	DENSIDADES								
										-%2mm	IP	4,750 a 75 mm	0,075 a 4,750 mm	<0,075 mm	N° Golpes para 30 cm		DH (t/m3)	DS (t/m3)							
																				GRAVA > TN° 4	ARENAS			LIMOS / ARCILLAS	
0.00		Limo baja plasticidad Color Negro	ML	28.54	38.90	22.19	16.71	0.62	0.38	0.17	0	100	100	100	97	7	1.810	1.408							
-0.50		Compacidad: Medianamente Compacto																							
-1.00		Limo baja plasticidad Color Castaño Oscuro	ML	26.60	37.76	27.89	9.87	1.13	-0.13	0.10	0	100	100	100	99	9	1.730	1.367							
-1.50		Compacidad: Compacto																							
-2.00		Arcilla limosa Color Castaño	CL-ML	20.37	27.53	19.52	8.01	0.89	0.11	0.08	0	100	100	100	100	4	1.680	1.396							
-2.50		Compacidad: Medianamente Compacto																							
-3.00		Arcilla limosa Color Castaño	CL-ML	19.90	29.53	21.37	8.16	1.18	-0.18	0.08	0	100	100	100	99	10	1.800	1.501							
-3.50		Compacidad: Compacto																							
-4.00		Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	28.53	38.43	25.39	13.04	0.76	0.24	0.13	2	98	97	97	97	12	1.860	1.447							
-4.50		Compacidad: Compacto																							
-5.00		Limo baja plasticidad Color Castaño	ML	29.06	34.61	27.40	7.21	0.77	0.23	0.07	2	98	98	97	97	17	1.877	1.454							
-5.50		Compacidad: Muy Compacto																							

M.M.O. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M.P.I y S.



INGREM Consultora de Ingeniería
Oficina: Alsina N° 556
Laboratorio: Larraamendi N° 100 - Paraná E.R.
Email: ricardomain@ingrem.com.ar
Tel/Fax: (0343)4070764 - Cel: (0343)155178145

REGISTRO DE PERFORACIÓN

CODIGO DE PROYECTO:

PROYECTO: RED DE DISTRIBUCION DEL AREA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE PARANA
CENTRO DE RESERVA Y DISTRIBUCIÓN CIUDAD DE ORO VERDE

SOLICITADO:

COMITENTE: Ing. ERNESTO KEMMERER

FECHA:

N° DE PERFORACION

UBICACIÓN

REALIZADO

REVISADO

FECHA DE PERFORACIÓN:

PROFUNDIDAD TOTAL (m):

PROF. NIVEL FREÁTICO (m):

SONDEO 02

CALLE LAS MARTINETAS - ORO VERDE - ENTRE RÍOS

Ing. Ricardo E. Main

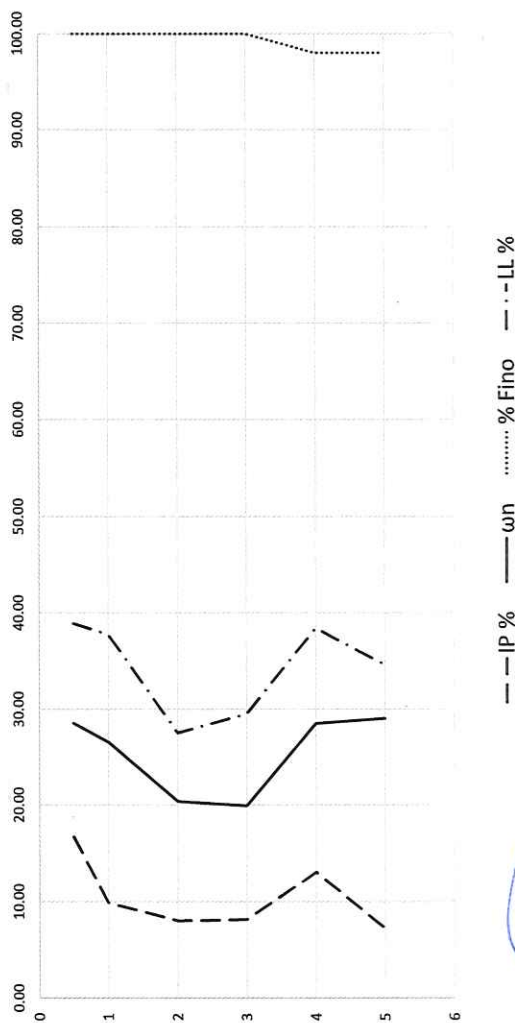
10/06/19

5.00

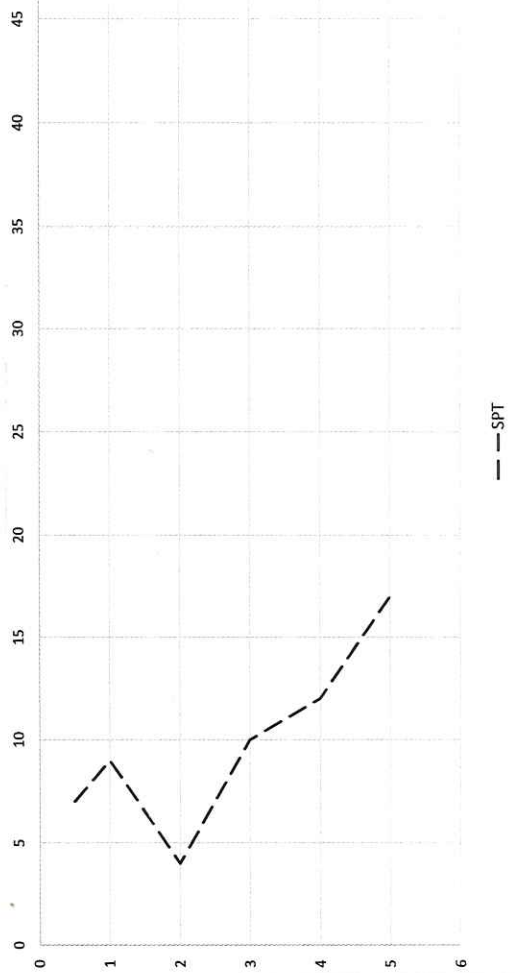
ND

DIAGRAMA RESULTADOS OBTENIDOS EN LABORATORIO

ENSAYOS FÍSICOS



ENSAYOS MECÁNICOS



M. M. O. JORGE LUIS TRUPIANO
Director General
Dirección General Obras
Sanitarias de Entre Ríos
M.P.I y S.