

Taquimilán, 15 de Noviembre del 2019

ESTUDIO N°00132-AA

COMITENTE: NQ S.R.L.

PROPIETARIO: HIDENE S.A.

OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO

UBICACIÓN: TAQUIMILAN – PCIA DE NEUQUEN

OBJETO: ESTUDIO DE SUELO

1.- INTRODUCCIÓN: el presente estudio de suelos es para definir las fundaciones para una futura estructura metálica en forma de zepelín cuya capacidad es de 49m³ de gas natural.

La estructura se fundará con dos (2) bases individuales con forma rectangular.

Al final se hallarán las recomendaciones e información sobre:

- Tipo de fundación
- Cota de contacto
- Tensión admisible del terreno
- Perfiles estratigráficos y planillas de ensayos
- Nivel de napa freática
- Mejora del contacto suelo-estructuras

2.- TRABAJOS REALIZADOS: se escogieron 3(tres) puntos de estudio, en la zona de emplazamiento de proyecto, en compañía del sr. Lucas Hernández dependiente de la firma EDHENESA, el cual nos guio y acompañó para hacer la extracción de muestras para luego hacer los distintos análisis de laboratorio.

La ubicación de las diferentes calicatas se identificó mediante la utilización de coordenadas, siendo las mismas las siguientes:

PUNTOS	COORDENADAS	
	S	W
01	37° 30' 23,70"	070° 14' 11,60"
02	37° 30' 24,40"	070° 14' 11,80"
03	37° 30' 23,50"	070° 14' 11,20"

Se llegó a una profundidad de investigación de 3,00 m. con retro pala sobre neumáticos VOLVO BL 60 B y así observar el perfil estratigráfico y su grado de compacidad.

Se tomaron muestras continuas las que debidamente embaladas e individualizadas se trasladaron al laboratorio donde entre otros se efectuaron los análisis y ensayos que a continuación se detallan:

- Curvas granulométricas completas por vía húmeda y/o vía seca según Normas IRAM 1501/1505/1509/1540
- Porcentaje de partículas menores que 74 micrones (Tamiz N°200)
- Búsqueda de los límites de Atterberg, Limite líquido, limite plástico, índice de plasticidad, índice de fluidez, etc. Norma IRAM N° 10.501 y 10.502.
- Humedad natural y densidad relativa aparente Normas Iram N° 10.503
- Determinación de los diámetros índices tales como D95, D85, D60, D30, D10
- Calculo de los coeficientes de curvatura y coeficientes de uniformidad
- Análisis de agresividad del medio por contenido de sulfatos, en agua o suelo, según Norma DVN E18/67
- Determinación del estado de densidad relativa en estratos de suelos granulares teniendo en cuenta los ensayos de Penetración Dinámica Normalizada (SPT)
- Estimación del ángulo de fricción interna sobre la base de los registros de campo y con las expresiones de Dunhan & osaki, Meighbb & Nixon y otros
- Clasificación mediante el Sistema unificado de Casagrande o Norma IRAM N° 10.509
- Clasificación que tiene en cuenta las propiedades ingenieriles de los suelos Método de la Highway Research Board (H.R.B.) o Norma Iram 10.521

3.- RESULTADOS: en función de los resultados de campo y de laboratorio, los cuales se informan mediante la confección de un gráfico tipo, pág. 7 en adelante, donde se puede apreciar lo siguiente:

1. El número de golpes normalizado (SPT) por cada metro de avance en cada sondeo
2. Las proporciones granulométricas de cada muestra por medio de los tamices que definen la clasificación de suelos y las cotas desde donde comienza y termina cada muestra analizada
3. Para una mejor interpretación se ha hecho la doble clasificación de los suelos hallados esto es la clasificación unificada de Casagrande (C.U.C.) y la América Highway Research Board (H.R.B.)
4. Se han incluido las características plásticas de las muestras, es decir los Límites de Atterberg cuando correspondiere y planillas complementarias
5. se aprecian también las cotas relativas de la napa freática cuando se detectaron, todas referidas a la boca de pozo.

4.- ESTRATIGRAFIA: los perfiles estratigráficos presentan las mismas características en las tres (3) calicatas, por lo cual se confección un perfil tipo, cuya composición es la siguiente:

CALICATA N° 01, 02 y 03

1. **PRIMER HORIZONTE:** nos encontramos hasta una profundidad de 0,00 a -1,50m. arenas limosas con algo de arcillas, suelo tipo SC-SM en Sistema Unificado de Casagrande y A-2-4 (0) en el Método de la Highway Research Board (HRB).
2. **SEGUNDO HORIZONTE:** podemos observar a una profundidad entre -1,50 a -2,70m. la existencia de Arenas Limosas Color Negruzco, se clasifican como suelo tipo SM en el Sistema Unificado de Casagrande y A-2-6 (0) en el Método de la Highway Research Board (HRB).

1. **TERCER HORIZONTE:** podemos observar entre la cota -2,70 y -3,00m, la existencia de Arenas Limosas con Toscas Chicas de Formación Rocosa, se clasifican como suelo tipo “SP-SM” en el Sistema Unificado de Casagrande y A-1-b(1) en el Método de la Highway Research Board (HRB).

5.- PARAMETROS DE CIMENTACIÓN: de acuerdo con el perfil de suelo hallado y al tipo de estructura a fundar se sugiere:

5.1. Tipo de cimentación: DIRECTA MEDIANTE BASES INDIVIDUALES

Considerando como 0,00m. el nivel del terreno natural, llevaran una viga riostra a nivel -0,60m que vincule ambos soportes rectangulares.

5.2. Cota de contacto suelo estructura: -1,00 m. de profundidad: sobre la mejora de suelo granular de aporte y las mejoras descriptas en el punto 7 que sigue

5.3. Tensión admisible solo por punta: hasta 13,50tn/m² Que se estima en función de la siguiente expresión para suelos con cohesión cero y base rectangular

$$q_{adm.} = \gamma_h - D + (\rho \cdot \gamma_h \cdot N_\gamma + \gamma_h \cdot D \cdot (N_q - 1) + C' \cdot N_c) / F$$

Reemplazando con los siguientes parámetros obtenemos la siguiente tensión admisible:

$\sigma_{admisible}$ hasta	13,50	tn/m ²
----------------------------	-------	-------------------

ángulo rozamiento interno ϕ	31	
peso específico del suelo γ_h	1,10	gr/cm ²
profundidad de cimentación D	1,00	m
cohesión C'	0,00	kg/cm ²
factor de seguridad F	3,00	
ancho de cimentación B	2,00	m
longitud de cimentación L	4,00	m
radio de cimentación R	0,00	
factor forma de cimentación	60,00	ρ
	20,63	N_q
	32,67	N_c
	23,59	N_γ

- 5.4. Cota de contacto suelo estructura (sobre el suelo preparado según punto 7)
- 5.5. Ancho mínimo de base: 2,00m.
- 5.6. Módulo de deformación $E = 112 \text{ kg/cm}^2$
- 5.7. Coeficiente de Poisson $\nu = 0,22$
- 5.8. Coeficiente de Balasto vertical $K_p = 7.500 \text{ tn/m}^3$

El valor sugerido es para una placa de ancho = 1 pie (30,5cm.)

$K_p = 7500 \text{ tn/m}^3$ (7,5kg/cm³) para otra de ancho B (cm) surgirá la siguiente expresión:

$$K_b \text{ rectangular} = (2/3)K_p \left\{ (B+30)/(2b) \right\}^2 \left\{ 1 + B/(2L) \right\}$$

Donde K_b = coeficiente de balasto para vigas de ancho B (cm) y de L: longitud de zapata (cm)

6.- AGRESIVIDAD: no se detectó agresividad del suelo al Cemento Portland Normal, CPN, tal como se muestra en el cuadro N° 02. Igualmente se sugiere emplear **CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO CPP-40**, en la elaboración de hormigones de contacto con el suelo de aporte tipo “GP-GM” ya que las canteras de la zona podrían llegar a tener altos porcentajes de sales que químicamente atacarían al CPN.

7.- MOVIMIENTO Y/O MEJORA DEL SUELO

Se necesitara de una excavación de 1,60m. de profundidad, luego humectar el fondo de la excavación con una lámina de agua de 5cm. De espesor, para lograr una compactación natural de la arena y luego realizar un aporte de suelos granulares compactado y homogeneizado antes de armar cada base de fundación. El procedimiento es simple, pero se necesitará actuar con prolijidad y obtener una homogenización del suelo de aporte

1. En el fondo de ambas bases se colocarán 4 capas de 15cm. (medio suelto) cada una de un material granular tipo revuelto o similar, no colocar calcáreos, de tamaño máximo hasta 2" (50mm)
La masa del suelo deberá estar formada por 2/3 (66%) con gravas y el restante con un 20% de arenas u un 10% de arcillas (suelos de las familias de GP-GC o GM-GP)
2. Se compactará con elementos adecuados como por ejemplo la plancha vibratoria o elementos que garanticen un suelo densificado en forma homogénea, en cada base. Al menos deberá pasar la plancha 6 veces por capa
Después de hormigonadas las bases deberán taparse mezclando en partes iguales el suelo natural con el de aporte y compactar dicha mezcla en cada base
3. Alcanzando la cota de -1,00m. se colocará una capa de hormigón simple protector tipo H17 y sobre este se armará cada base conforme al calculo

8.- NAPA FREATICA: No fue detectada al momento del estudio, fines de noviembre pero es probable que aparezca en épocas de lluvias y nieve y el suelo se sature posibilidad que se tuvo en cuenta en el cálculo.

- **Fotografía N° 01 – Ejecución calicata -**



- **Fotografía N° 02 – Equipo SPT -**



- **Vista aérea futura implantación**




SOIL TERRA S.R.L.
INGENIERIA
Ing. Carballo Carlos Adrián
Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864.7
Socio Gerente


SOIL TERRA S.R.L.
INGENIERIA
Nelson Jaime Mondel Tolosa
Leccionista
Socio Gerente

REGISTRO ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

COMITENTE: NQ SRL
CALICATA N°1
PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.
OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO
UBICACION: TAQUIMILAN - Pvcia NEUQUEN
ESTUDIO: 00132-AA
FECHA: 15/11/2019
**COORDENADAS: S: 37° 30' 23,7"
W: 070° 14' 11,6"**
PROFUND. DE MUESTRA (m): 0,00 a 1,50
Curva: Sin especificar

GRADACIÓN

D(10,0)= 0,04237 mm
 D(15,0)= 0,063555 mm
 D(15,9)= mm
 D(30,0)= 0,253333 mm
 D(50,0)= 0,928716 mm
 D(60,0)= 1,545946 mm
 D(84,1)= 6,220464 mm
 D(85,0)= 6,751786 mm
 D(95,0)= 11,05 mm

Especificaciones
 Max Min

Peso inicial: 4.350,00 [gr]		Peso final: 3.580,00 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,000	0,0			
2 1/2"	63,000	0,0			100,0%
2"	50,000	0,0			100,0%
1 1/2"	37,500	0,0			100,0%
1"	25,000	0,0			100,0%
3/4"	19,000	0,0			100,0%
1/2"	12,500	0,0			100,0%
3/8"	9,500	450,0	10,3%	10,3%	89,7%
4	4,750	350,0	8,0%	18,4%	81,6%
8	2,360	0,0		18,4%	81,6%
10	2,000	620,0	14,3%	32,6%	67,4%
16	1,180	0,0		32,6%	67,4%
30	0,600	0,0		32,6%	67,4%
40	0,425	1.110,0	25,5%	58,2%	41,8%
50	0,300	0,0		58,2%	41,8%
80	0,180	0,0		58,2%	41,8%
100	0,150	0,0		58,2%	41,8%
200	0,075	1.050,0	24,1%	82,3%	17,7%
Pasa 200		770,0	17,7%	100,0%	0,0%
Total		4.350,0			

RESULTADOS

Recipiente No.	1
P ₁	4520,0
P ₂	4370,0
P ₃	20,0
P _w	150,0
P _s	4350,0
W%	3,4

Límite Líquido	15,2%
Límite Plástico	13,9%
Índice Plástico	1,3%
Gravas	18,4%
Arenas	63,9%
Finos	17,7%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
H.R.B	A-2-4
C.U.C.	SC_SM
Cu =	36,49
Cc =	0,98
Modula de Finura:	3,05


Nelson Jaime Mondel Tolosa
 LABORATORISTA
 Socio Gerente


Ing. Carballo Carlos Adrián
 Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
 Socio Gerente

OBSERVACIONES: Arenas limosas finas con algo de arcilla.

COMITENTE: NQ SRL
PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.
CALICATA N°1
OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO
ESTUDIO: 00132-AA
UBICACION: TAQUIMILAN - Pvcia NEUQUEN
FECHA: 15/11/2019
COORDENADAS: S: 37° 30' 23,7"
W: 070° 14' 11,6"
ASTM D-2487, Unified Soils Classification System
SC-SM, Silty, Clayey Sand with Gravel
Determinación del Límite Líquido:

	#1	#2	#3	#4	#5	#6
Peso suelo humedo + tara:	500,00	500,00	500,00	500,00		
Peso suelo seco + tara:	430,00	432,00	434,00	436,00		
Tara:						
Peso suelo seco:	430,00	432,00	434,00	436,00		
Peso del agua:	70,00	68,00	66,00	64,00		
% humedad:	16,3 %	15,7 %	15,2 %	14,7 %		
N:	15	20	25	30		

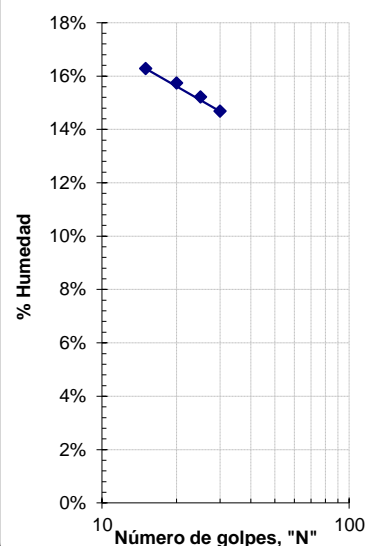
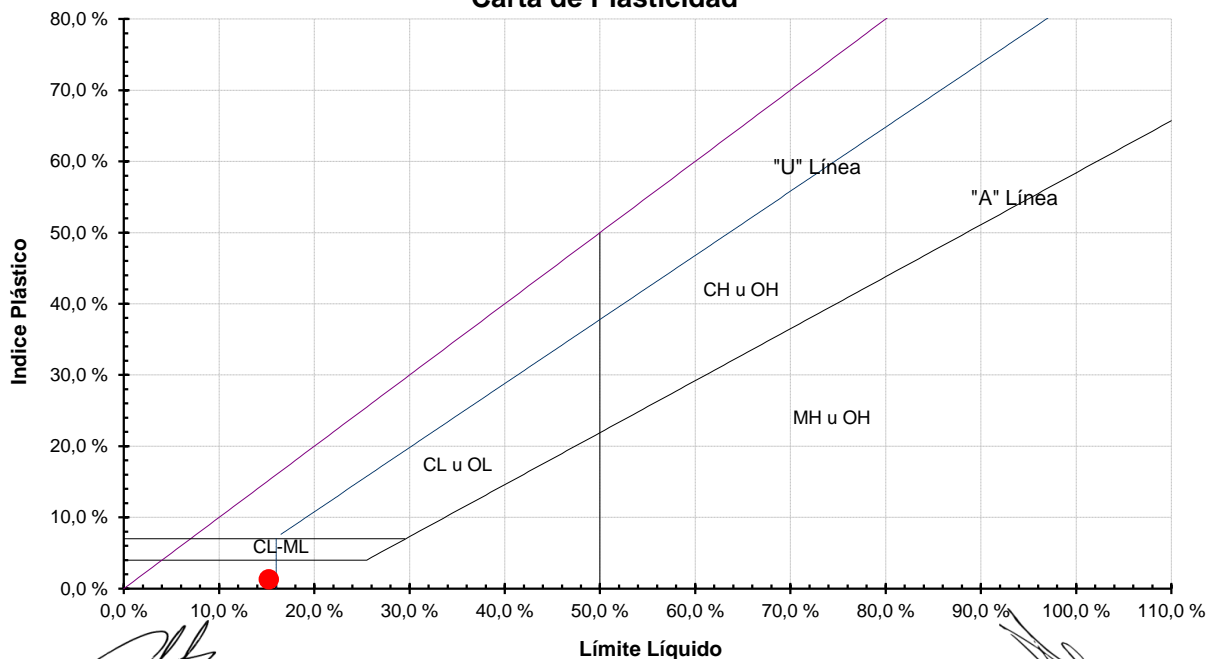
Límite líquido a 25 golpes Wl: 15,2 %

Límite Plástico Wp: 13,9 %

Índice Plástico, Ip: 1,3 %

Plastic Limit Determination

	#1	#2	#3	#4	#5	#6
Peso suelo humedo + tara:	500,00	500,00	500,00	500,00		
Peso suelo seco + tara:	436,00	438,00	440,00	442,00		
Tara:						
Peso suelo seco:	436,00	438,00	440,00	442,00		
Peso del agua:	64,00	62,00	60,00	58,00		
% humedad:	14,7 %	14,2 %	13,6 %	13,1 %		

Límite Líquido

Carta de Plasticidad


SOIL TERRA S.R.L.
INGENIERIA
Nelson Jaime Mondel Tolosa
Socio Gerente

SOIL TERRA S.R.L.
INGENIERIA
Ing. Carballo Carlos Adrián
Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
Socio Gerente

REGISTRO ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

COMITENTE: NQ SRL
CALICATA N°1
PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.
OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO
UBICACION: TAQUIMILAN - Pvcia NEUQUEN
ESTUDIO: 00132-AA
FECHA: 15/11/2019
**COORDENADAS: S: 37° 30' 23,7"
W: 070° 14' 11,6"**
PROFUND. DE MUESTRA (m): 1,50 a 2,70
Curva: Sin especificar

GRADACIÓN

D(10,0)= 0,057162 mm
D(15,0)= 0,096824 mm
D(15,9)= 0,107274 mm
D(30,0)= 0,271 mm
D(50,0)= 0,907661 mm
D(60,0)= 1,624032 mm
D(84,1)= 3,491791 mm
D(85,0)= 3,56301 mm
D(95,0)= 4,354337 mm

Especificaciones
Max Min

Peso inicial: 2.820,00 [gr]		Peso final: 2.450,00 [gr]			
Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
3"	75,000	0,0			
2 1/2"	63,000	0,0			100,0%
2"	50,000	0,0			100,0%
1 1/2"	37,500	0,0			100,0%
1"	25,000	0,0			100,0%
3/4"	19,000	0,0			100,0%
1/2"	12,500	0,0			100,0%
3/8"	9,500	0,0			100,0%
4	4,750	0,0			100,0%
8	2,360	0,0			100,0%
10	2,000	980,0	34,8%	34,8%	65,2%
16	1,180	0,0		34,8%	65,2%
30	0,600	0,0		34,8%	65,2%
40	0,425	620,0	22,0%	56,7%	43,3%
50	0,300	0,0		56,7%	43,3%
80	0,180	0,0		56,7%	43,3%
100	0,150	0,0		56,7%	43,3%
200	0,075	850,0	30,1%	86,9%	13,1%
Pasa 200		370,0	13,1%	100,0%	0,0%
Total		2.820,0			

RESULTADOS

Recipiente No.	1
P ₁	2900,0
P ₂	2840,0
P ₃	20,0
P _w	60,0
P _s	2820,0
W%	2,1

Límite Líquido	N/A
Límite Plástico	N/A
Índice Plástico	N/A
Gravas	0,0%
Arenas	86,9%
Finos	13,1%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	0
H.R.B	A-2-6
C.U.C.	SM
Cu =	28,41
Cc =	0,79
Modula de Finura:	2,79


Nelson Jaime Montiel Tolosa
LABORANTISTA
Socio Gerente


Ing. Carballó Carlos Adrián
Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
Socio Gerente

OBSERVACIONES: Arenas limosas finas sueltas y secas

REGISTRO ENSAYO DE CLASIFICACIÓN LÍMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACIÓN

COMITENTE: NQ SRL
CALICATA N°1
PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.
OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO
UBICACION: TAQUIMILAN - Pvcia NEUQUEN
ESTUDIO: 00132-AA
FECHA: 15/11/2019
**COORDENADAS: S: 37° 30' 23,7"
W: 070° 14' 11,6"**
PROFUND. DE MUESTRA (m): 2,70 a 3,00
Curva: Sin especificar

GRADACIÓN

		Especificaciones		Peso inicial: 6.235,00 [gr]		Peso final: 5.685,00 [gr]			
		Max	Min	Tamiz, plg	Tamiz, mm	Peso [gr]	% Reten.	% Ret.Acum	% Pasa
D(10,0)=	0,117521 mm			3"	75,000	0,0			
D(15,0)=	0,297872 mm			2 ½"	63,000	0,0			100,0%
D(15,9)=	0,330335 mm			2"	50,000	0,0			100,0%
D(30,0)=	0,949145 mm			1 ½"	37,500	0,0			100,0%
D(50,0)=	1,862645 mm			1"	25,000	0,0			100,0%
D(60,0)=	2,459387 mm			¾"	19,000	0,0			100,0%
D(84,1)=	4,042623 mm			½"	12,500	0,0			100,0%
D(85,0)=	4,101748 mm			⅜"	9,500	0,0			100,0%
D(95,0)=	4,789961 mm			4	4,750	320,0	5,1%	5,1%	94,9%
				8	2,360	0,0		5,1%	94,9%
				10	2,000	2.610,0	41,9%	47,0%	53,0%
				16	1,180	0,0		47,0%	53,0%
				30	0,600	0,0		47,0%	53,0%
				40	0,425	2.150,0	34,5%	81,5%	18,5%
				50	0,300	0,0		81,5%	18,5%
				80	0,180	0,0		81,5%	18,5%
				100	0,150	0,0		81,5%	18,5%
				200	0,075	605,0	9,7%	91,2%	8,8%
				Pasa 200		550,0	8,8%	100,0%	0,0%
				Total		6.235,0			

RESULTADOS

Recipiente No.	1
P ₁	6480,0
P ₂	6255,0
P ₃	20,0
P _w	225,0
P _s	6235,0
W%	3,6

Límite Líquido	N/A
Límite Plástico	N/A
Índice Plástico	N/A
Gravas	5,1%
Arenas	86,0%
Finos	8,8%

CLASIFICACIÓN

Índice de Grupo	1
H.R.B	A-1b
C.U.C.	SP_SM
Cu =	20,93
Cc =	3,12
Modula de Finura:	3,63



Nelson Jaime Mondel Tolosa
LABORATORISTA
Socio Gerente



Ing. Carballo Carlos Adrián
Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
Socio Gerente

OBSERVACIONES: Arenas limosas con toscas de formación rocosa


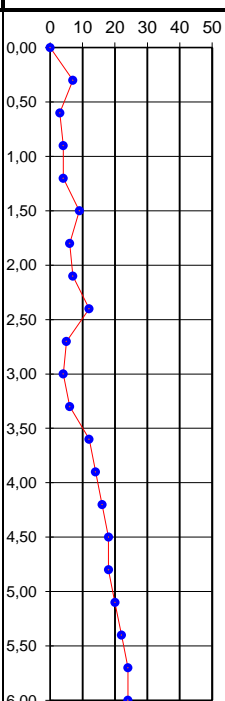

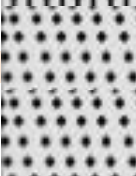
REGISTRO PERFIL ESTRATIGRAFICO

COMITENTE: NQ SRL
 PROPIETARIO: HIDENESA - HIDROCARBUROS DEL NEUQUEN S.A.
 OBRA: PLANTA DE GAS LICUADO DE PETROLEO
 UBICACION: TAQUIMILAN - Pvcia. NEUQUEN
 FECHA: 15/11/2019
 PROFUNDIDAD: 3,00m

COORDENADAS PUNTO N°1:

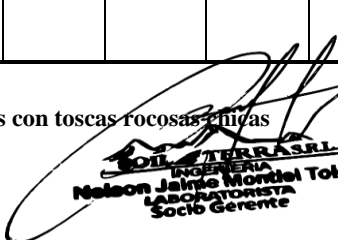
S: 37° 30' 23,7"
 W: 070° 14' 11,6"

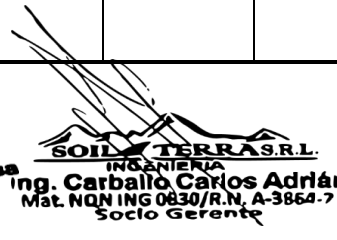
CALICATA N° 1

PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		PROF. MUESTRA (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	SPT	Wn. (%)	LIMITES ATTERBERG			GRADACIÓN			N
	CUC	HRB						L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)	GRAVAS	ARENAS	FINOS	
1,50	SC-SM	A-2-4 (0)	0,00 a 1,50		ARENAS LIMOSAS FINAS CON ALGO DE ARCILLA		3,4	15,2	13,9	1,3	18,4%	63,9%	17,7%	0
														7
														3
	SM	A-2-6 (0)	1,50 a 2,70		ARENAS LIMOSAS COLOR NEGRUZCO		2,1	N.L.	N.P.	-	0,0%	86,9%	13,1%	4
														4
														6
SP-SM	A-1-b (1)	2,70 a 3,00		ARENAS LIMOSAS CON TOSCAS CHICAS DE FORMACIÓN ROCOSA	3,6		N.L.	N.P.	-	5,1%	86,0%	8,8%	12	
													14	
													16	
3,00														18
														20
														22
														24
														24

OBSERVACIONES: De 0,00 a 1,50m arenas limosas con algo de arcilla.: De 1,50 a 2,70m arenas limosas.: A 2,70m Arenas limosas con toscas flocosas chicas

NAPA FREATICA: NO, DETECTADA


 SOIL TERRA S.R.L.
 INGENIERIA
 Nelson Jaime Mondel Tolosa
 LABORATORISTA
 Socio Gerente


 SOIL TERRA S.R.L.
 INGENIERIA
 Ing. Carballo Carlos Adrián
 Mat. NQN ING 0830/R.N. A-3864-7
 Socio Gerente