

ESTUDIO GEOTÉCNICO

MEJORA DE LOS ACCESOS EN LA RAMBLA PORTUARIA 3118 - 1 - ECGE - 02 - 0

INFORME TÉCNICO N° 1
Octubre de 2017

Solicitado por: SACEEM
Ing. José Luis Grajales

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	ANTECEDENTES	2
3.	TRABAJOS DE CAMPO	6
4.	ENSAYOS DE LABORATORIO	7
5.	PERFIL DEL TERRENO	7
6.	RECOMENDACIONES DE FUNDACIÓN	8
7.	RESISTENCIA FRENTE CARGAS VERTICALES	8
8.	RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD ANTE CARGAS HORIZONTALES	8
9.	PAVIMENTOS	9
10.	ENSAYOS COMPLEMENTARIOS	9
	ANEXO I – PLANILLAS DE ENSAYOS DE PERFORACIÓN	10

ESTUDIO GEOTÉCNICO

MEJORA DE LOS ACCESOS EN LA RAMBLA PORTUARIA (3118 - 1 - ECGE - 02 - 0)

INFORME TÉCNICO N° 1

Comitente: SACEEM
Ing. José Luis Grajales

Obra: Mejora de los Accesos

Ubicación: Rambla Portuaria

Ref. N°: IG 3404/17

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se refiere al estudio de suelos realizado para determinar las principales características geotécnicas del terreno de la obra de referencia.

La zona objeto del estudio se encuentra dentro del Puerto de Montevideo y en el límite con la Rambla Portuaria de Acceso a la Ciudad.

Toda el área tiene un grado de utilización y circulación muy intenso, por lo que no fue posible realizar todos los cateos que estaban originalmente previstos.

Independiente de lo anterior, el estudio permite la definición de los diferentes tipos de fundación y sus parámetros de trabajo, con un grado de definición que se considera adecuado para la etapa en la que se encuentra el proyecto.

Para las siguientes fases del proyecto será necesario realizar ensayos complementarios que permitan confirmar las hipótesis adoptadas en este informe.

2. ANTECEDENTES

El área objeto del estudio corresponde a la zona de la bahía que fue previamente rellenada, y de la que existen registros gráficos desde el año 1831.

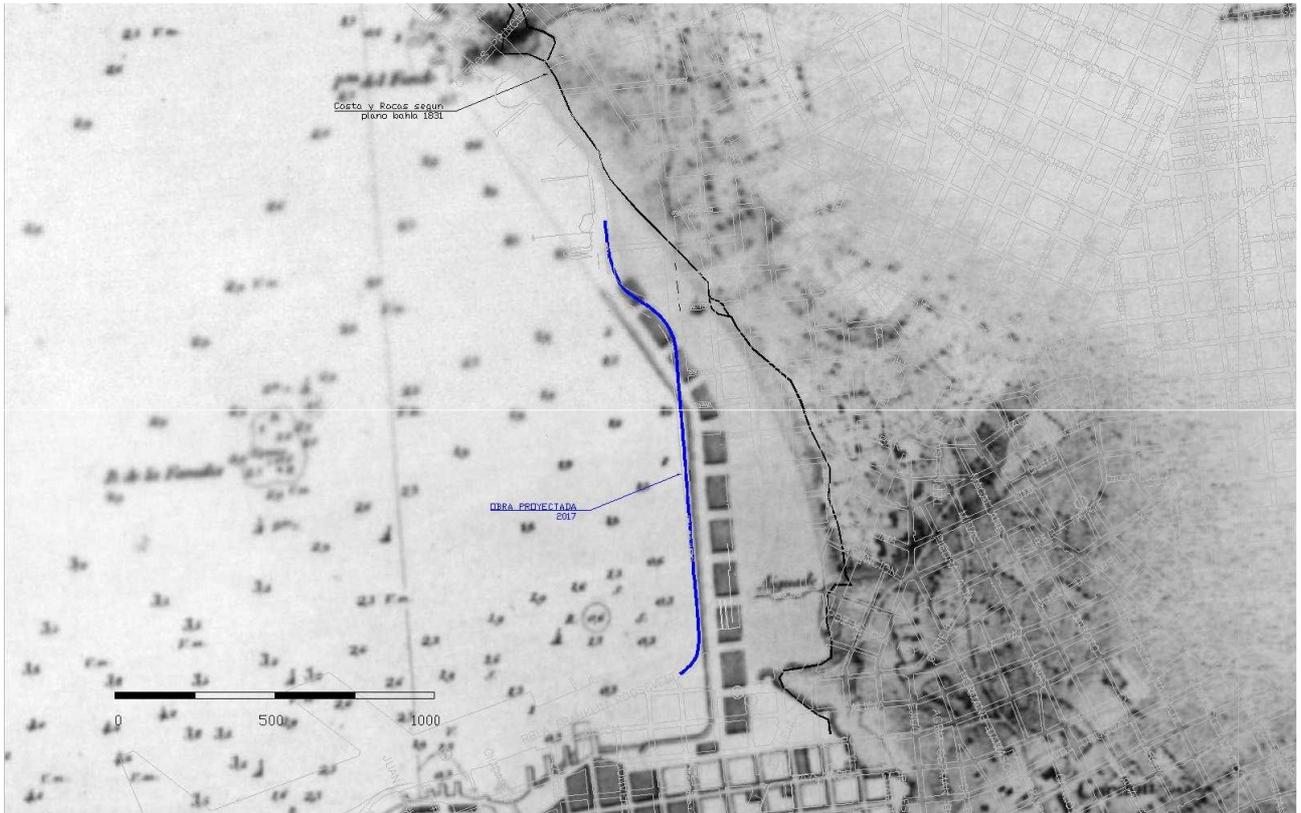
La línea de costa original de la bahía de Montevideo, formaba un arco que en su punto central se encontraba 250 metros del actual trazado de la Rambla Portuaria (Rambla Sud América).

Ese arco arenoso estaba delimitado por dos puntas rocosas en sus extremos, una de las cuales (la del Norte) ha quedado oculta bajo el relleno realizado.

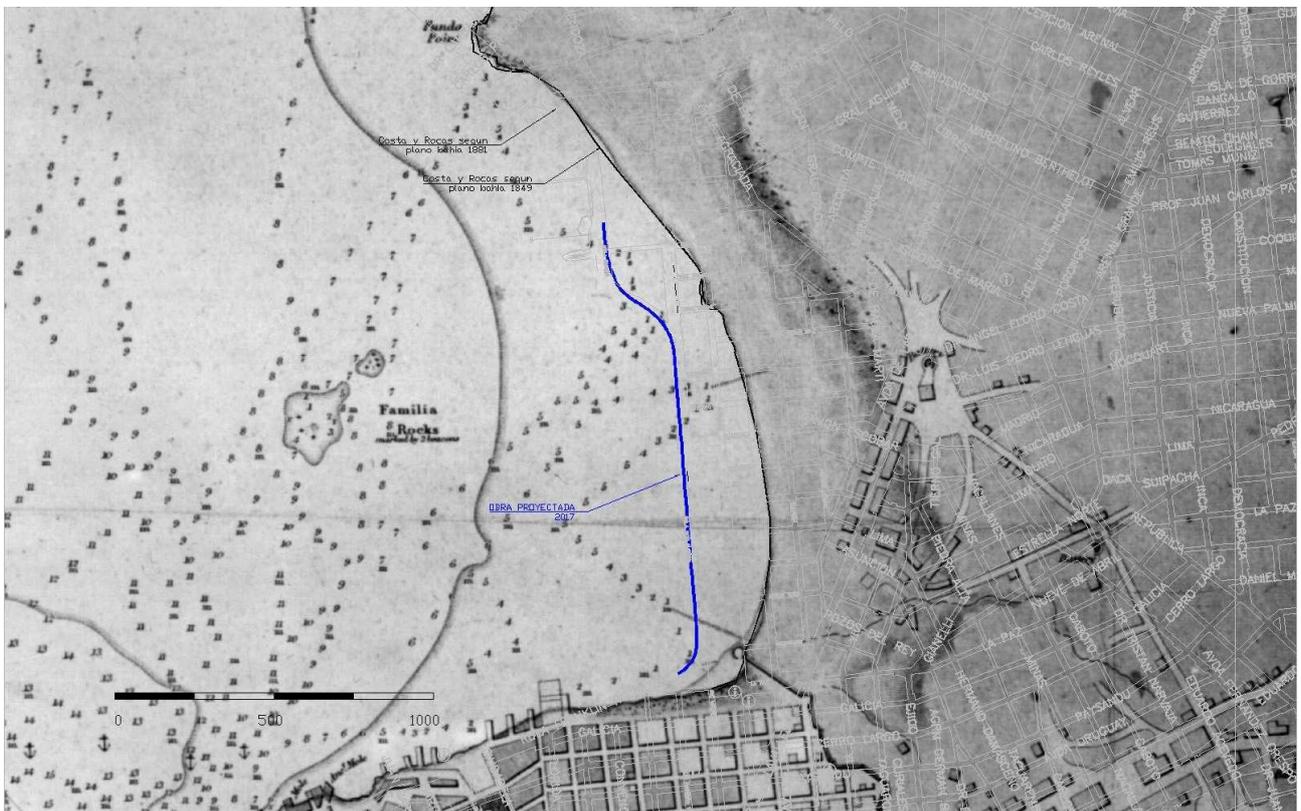
La extensión del relleno realizado puede observarse a partir de la serie de planos de relevamiento de la época, sobre las cuales se ha superpuesto la obra proyectada. Estos son:

- Plano de 1831 (Realizado por el Ing. Cyprien Le Bourguignon-Duperré)
- Plano de 1849 (Realizado por el Ing. C. H. Dillon)
- Plano de 1888 (Realizado por el Ing. A. La Porte)

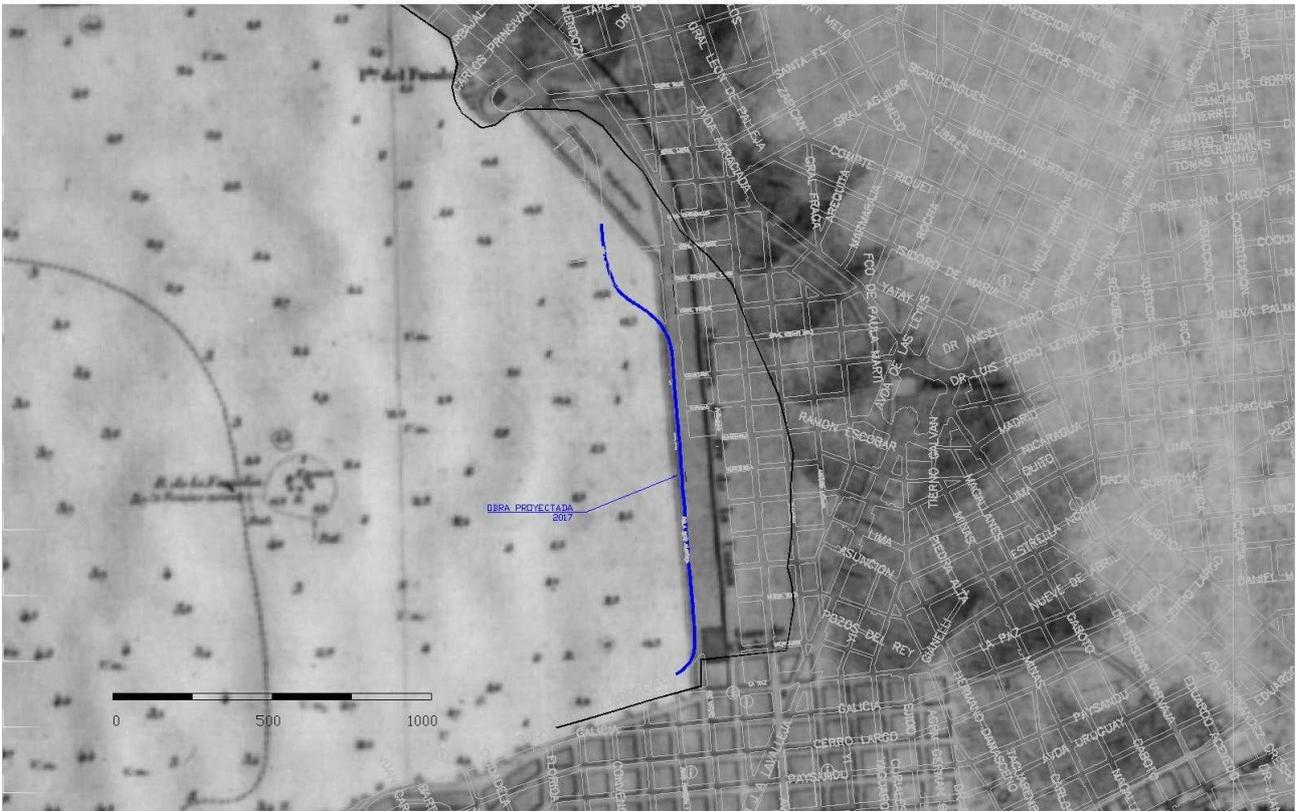
Relevamiento de 1831



Relevamiento de 1848



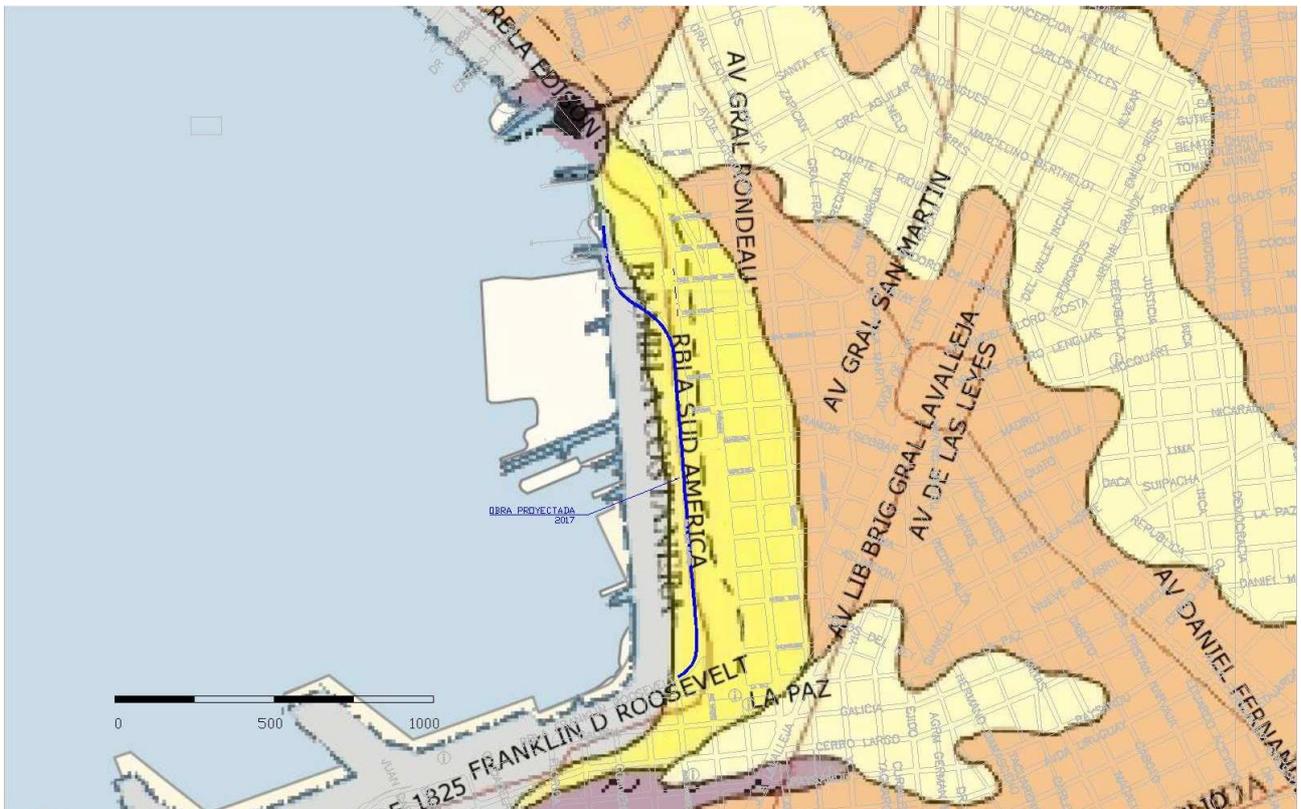
Relevamiento de 1881



Situación Actual



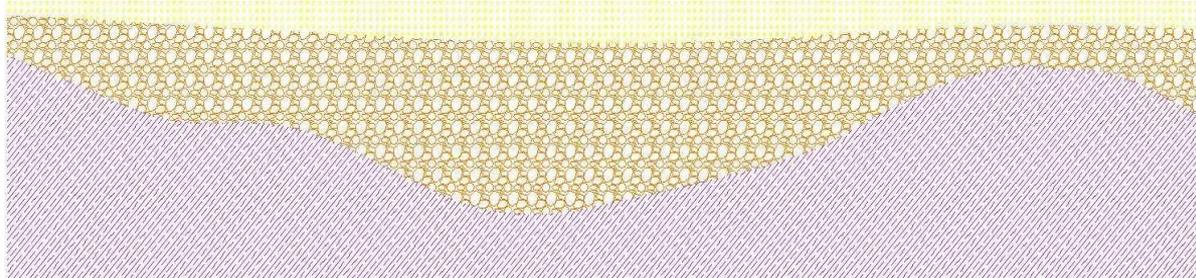
Carta Geológica



Corte Geológico Esquemático

SUR

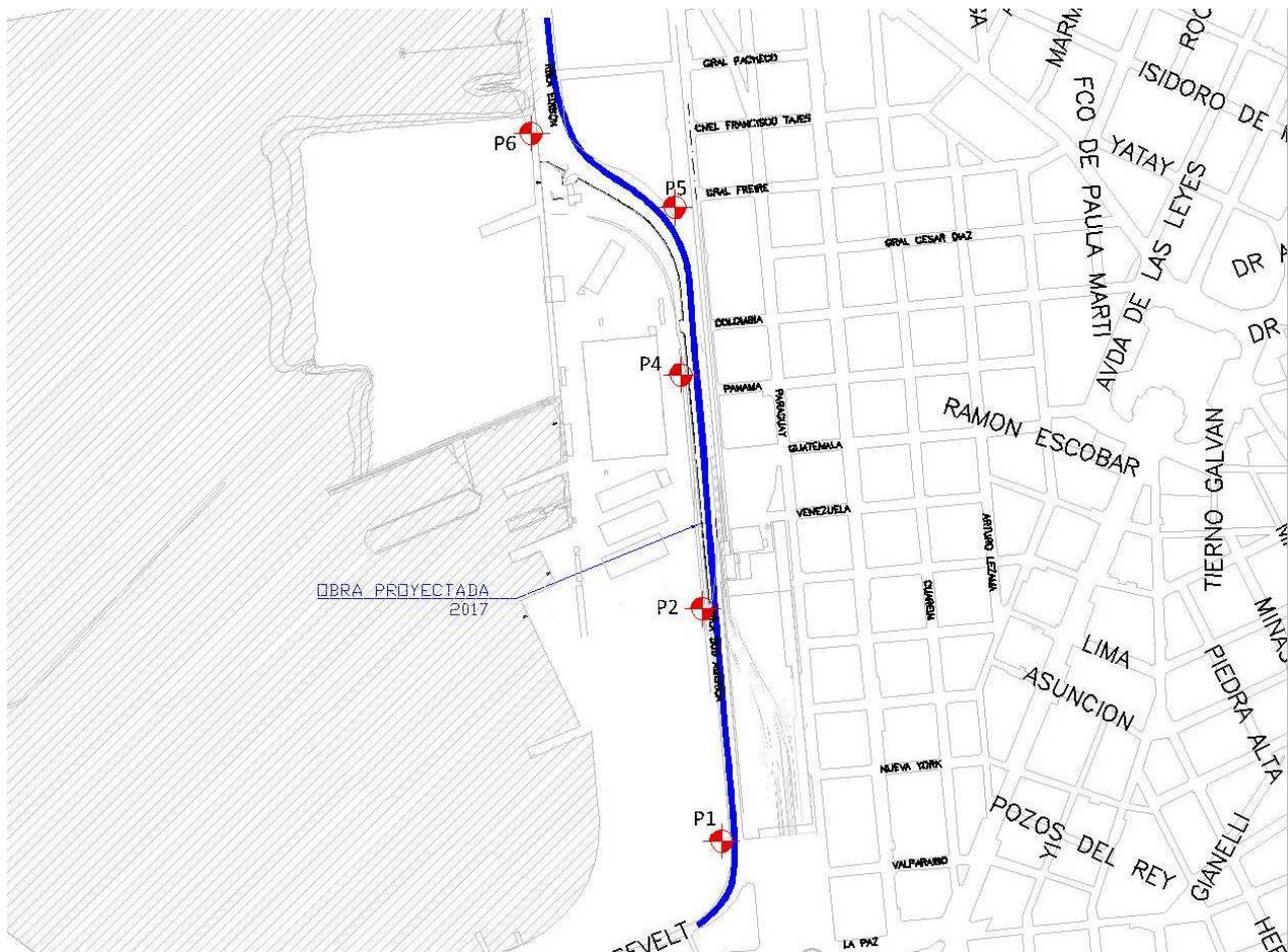
NORTE



3. TRABAJOS DE CAMPO

Luego de recorrer y estudiar en detalle toda el área junto con el comitente, se resolvió realizar únicamente 5 cateos; los que se ubicaron en puntos que fueron accesibles para el equipo y en donde no había operación portuaria de cargas ni circulación de vehículos.

La ubicación de los puntos de ensayo se grafica en el croquis adjunto.



Se realizaron **5 perforaciones con ejecución de ensayos de penetración standard (SPT)** y extracción de muestras cada metro de profundidad.

El ensayo de penetración standard se realizó con un sacamuestras de 2" de diámetro exterior y 1 3/8" de diámetro interior en un todo de acuerdo con la norma ASTM D-1586-99.

La perforación se realizó con hélice rotativa hasta los 3 m de profundidad, continuando luego mediante el sistema de inyección y recirculación de lodos bentoníticos.

Para esta tarea fue necesario el uso de un encamisado auxiliar superior recuperable de 4" de diámetro.

Los trabajos fueron realizados entre los días 20 y 28 de febrero de 2017, alcanzándose las profundidades máximas que se indican en el siguiente cuadro:

TABLA N°1 - ENSAYOS DE PERFORACIÓN

POZO N°	COTA BOCA (*)	PROF. MÁXIMA	COTA "PROF. MÁXIMA"	PROF. "NIVEL DE AGUA" (**)
P 1	+4,25 m	20,80 m	-16,55 m	4,25 m
P 2	+4,00 m	17,60 m	-13,60 m	4,00 m
P 4	+4,00 m	17,90 m	-13,90 m	5,00 m
P 5	+5,00 m	9,00 m	-4,00 m	3,50 m
P 6	+4,75 m	16,45 m	-11,70 m	4,60 m

Notas:

- (*) La cota de boca de pozo está referida al mismo sistema altimétrico que el relevamiento topográfico recibido.
 (**) Indica el nivel de agua constatado durante la realización del ensayo.

4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Sobre las muestras más representativas de suelo superior extraídas de los ensayos SPT se realizaron las determinaciones necesarias para proceder a su clasificación:

En suelos coherentes: límite líquido, límite plástico y pasante por tamices N° 40 y 200.

En suelos incoherentes: granulometría vía seca complementada por lavado por tamiz 200.

5. PERFIL DEL TERRENO

El terreno atravesado en cada uno de los puntos ensayados se indica en las planillas de campo adjuntas.

Se distinguen tres horizontes diferentes:

- Una capa superior de relleno reciente, que corresponde al tramo del área ganada a la bahía, de 2 a 4 metros de potencia aproximadamente.
- Un manto intermedio de arcillas y arenas de granulometría variable, con presencia de gravas y cantos rodados hacia la base del mismo.
- Un manto inferior de rocas y suelos competentes de buen poder soporte ($N_{SPT} > \approx 40$). La situación es diferente dependiendo de la ubicación:

En la zona representada por el cateo **P5**, se constata el techo rocoso (gneis) a la profundidad de 7,80 m.

Esta zona corresponde –muy probablemente- a la extensión de una punta rocosa que puede observarse en los planos de la época antes de rellenar la bahía.

En todas las restantes zonas, los suelos de buen poder soporte consisten en arcillas y limos arenosos muy firmes que comienzan a profundidades del orden de 12 a 15 m.

Estos materiales se extienden hasta la profundidad máxima de las perforaciones, en donde se presentó rechazo al avance del equipo de perforación de suelos.

Durante la ejecución de los ensayos de perforación se constató presencia de agua a las profundidades indicadas.

6. RECOMENDACIONES DE FUNDACIÓN

Dadas las características del subsuelo atravesado y el tipo de estructura a construir, ésta se fundará necesariamente con pilotes.

Desde el punto de vista constructivo se recomienda la ejecución de pilotes perforados.

Los pilotes ingresarán necesariamente dentro del manto de suelos competentes indicados anteriormente ($N_{SPT} > \approx 40$) que comienzan a profundidades del orden de 12 m a 15 m.

Será necesario el uso de un encamisado metálico recuperable parcial para proteger los tramos superiores de la perforación.

El llenado se realizará con hormigón elaborado en planta dosificadora y deberá contener no menos de cuatrocientos kilogramos de cemento Portland por cada metro cúbico (400 Kg/m^3).

7. RESISTENCIA FRENTE CARGAS VERTICALES

A los efectos del dimensionado de los pilotes frente a cargas verticales se proponen los siguientes valores admisibles medios:

Paralosterrenos representados por todos los cateos excepto el P5:

Suelos superiores: (arenas y arcillas hasta 12 m de profundidad)

$$\tau_{\text{lat}} = 1 \text{ ton/m}^2$$

Arcillas y limos arenosos muy firmes (por debajo de los 12 m de profundidad.)

$$\tau_{\text{lat}} = 2 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{punta}} = 200 \text{ ton/m}^2$$

Paralosterrenos representados por el cateo P5:

Suelos superiores:

$$\tau_{\text{lat}} = 1 \text{ ton/m}^2$$

Macizo rocoso subyacente:

$$\tau_{\text{lat}} = 3 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{\text{punta}} = 300 \text{ ton/m}^2$$

8. RESISTENCIA Y DEFORMABILIDAD ANTE CARGAS HORIZONTALES

Para la modelización del comportamiento del suelo frente a efectos horizontales, se sugiere adoptar en los cálculos el método de los coeficientes de balasto.

A los efectos de la estimación de los coeficientes de balasto horizontal se propone asimilar el comportamiento del suelo al de una arena arcillosa de compacidad media, adoptando los siguientes valores:

$$K_h = 1.000 \text{ t/m}^3 \times z / D$$

Donde:

K_h es el coeficiente reacción horizontal del suelo en t/m^3

z es la profundidad en m,

D es el diámetro del pilote en m,

9. PAVIMENTOS

A los efectos del diseño de los pavimentos, se propone proceder de la siguiente manera:

Despreciar la parte superior de los suelos de relleno, que puede estimarse en 1,50 metros.

(En esta zona superior los suelos son muy heterogéneos en calidad y compacidad, debido a las interferencias de muchas instalaciones subterráneas y a las sucesivas acciones a lo largo del tiempo)

Asimilar los suelos de relleno subyacente (por debajo de 1,50 m) a una arcilla arenosa de mediano poder soporte; asignándole un capacidad soporte de CBR del 5%.

10. ENSAYOS COMPLEMENTARIOS

Como se indicó anteriormente, solamente se realizaron 5 perforaciones en suelo con ejecución ensayos de penetración standard.

Se considera que estos ensayos junto con el análisis geológico y de antecedentes de la zona brindan una adecuada información para la etapa en la que se encuentra el proyecto.

Sin embargo, dada la extensión del área a construir, se considera que para las siguientes fases del proyecto será necesario realizar ensayos complementarios que permitan confirmar las hipótesis adoptadas en este informe.


Jorge E. Kliche
Ingeniero Civil

ANEXO I – PLANILLAS DE ENSAYOS DE PERFORACIÓN

ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD

OBRA: MEJORA DE LOS ACCESOS

UBICACIÓN: RAMBLA PORTUARIA

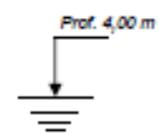
CATEO Nº P2

FECHA: 23-feb.-17

COTA BOCA: +4,00 m

PROF. (m)	EQUIP. PERIF.	N ₆₀	ENSAYO S.P.T.				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	COTA (m)
			Nº de golpes / 30 cm						
			5	15	25	35			
1		23					Relleno arenoso		
2		31					Arena	Prof. 2,00 m	
3		22					Arena		
4		10					Arena gruesa con conchillas		
5		5					Arena limosa	Prof. 6,30 m	
6		1					Limo arenoso	Prof. 6,60 m	
7		22					Arcilla arenosa color marrón claro		
8		41					Arcilla arenosa con nódulos de cal		
9		50					Arcilla arenosa	Prof. 9,40 m	
10		64					Arena media		
11		51					Arena		
12		54					Arena fina		
13		%					Arena fina		
		REC.	100	50		0			
								0 50 100 RQD.	

PERFORACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO



PROF. NIV. AGUA: 4,00 m
 PROF. MAX. CATEO: 17,60 m

COTA NIV. AGUA: +0,00 m
 COTA PROF. MAX: -13,60 m

Comitente: **SACEEM** Ref. Nº: IG-3404/17 Fecha: Marzo, 2017

Ingefund
 INGENIERIA | GERENCIAMIENTO | FUNDACIONES

Técnico:
Ing. Jorge E. Kliche

Hoja:

ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD

OBRA: MEJORA DE LOS ACCESOS

UBICACIÓN: RAMBLA PORTUARIA

CATEO Nº P2 (cont.)

FECHA: 23-feb.-17

COTA BOCA: +4,00 m

PROF. (m)	EQUIP. PERFOR.	N ₆₀	ENSAYO S.P.T.				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	COTA (m)
			Nº de golpes / 30 cm						
			5	15	25	35			
	PERFORACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO	54					Arena fina		
13									
		45					Arena fina		
14									
		37					Arena		
15									
		35					Arena		
16									
	48					Arena fina (se pierde muestra)			
17									
	52					Arena limosa cementada			
18						Arena limosa cementada	Prof. 17,60 m		
19						Fin de la perforación			
20									
21									
22									
23									
24									
13		%						%	
	REC.	100	50	0			0	50	
							100	RQD.	

PROF. NIV. AGUA: 4,00 m

COTA NIV. AGUA: +0,00 m

PROF. MAX. CATEO: 17,60 m

COTA PROF. MAX: -13,60 m

Comitente: SACEEM

Ref. Nº: IG-3404/17

Fecha: Marzo, 2017

Ingefund
INGENIERIA | GERENCIAMIENTO | FUNDACIONES

Técnico: Ing. Jorge E. Kliche

Hoja:

ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD

OBRA: MEJORA DE LOS ACCESOS

UBICACIÓN: RAMBLA PORTUARIA

GATEO Nº P4 (cont.)

FECHA: 27-feb.-17

COTA BOCA: +4,00 m

PROF. (m)	EQUIP. PERF.	N ₆₀	ENSAYO S.P.T.				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	COTA (m)
			Nº de golpes / 30 cm						
			5	15	25	35			
	PERFORACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO	41					Arena fina		
13								Prof. 12,90 m	
		40					Limo arcilloso verdoso		
14									
		48					Limo arcilloso verdoso		
								Prof. 14,60 m	
15			55				Arena limosa fina		
16			>80				Arena limosa cementada		
17			>80				Arena gruesa con restos de roca alterada		
18			>80					Prof. 17,90 m	
			>80				Impenetrable al avance del equipo de perforación de suelos		
19							Fin de la perforación		
20									
21									
22									
23									
24									
13			%						%
		REC.	100	50	0			0 50 100 RQD.	

PROF. NIV. AGUA: 5,00 m

COTA NIV. AGUA -1,00 m

PROF. MAX. GATEO: 17,90 m

COTA PROF. MAX -13,90 m

Comitente:

SACEEM

Ref. Nº:

IG-3404/17

Fecha:

Marzo, 2017

Ingefund

INGENIERIA | GERENCIAMIENTO | FUNDACIONES

Técnico:

Ing. Jorge E. Kliche

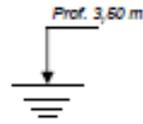
Hoja:

ENSAYO DE PENETRACIÓN STANDARD

OBRA: MEJORA DE LOS ACCESOS
 UBICACIÓN: RAMBLA PORTUARIA

CATEO Nº P5
 FECHA: 21-feb.-17
 COTA BOCA: +5,00 m

PROF. (m)	EQUIP. PERE.	ENSAYO S.P.T.				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	COTA (m)
		N ₆₀	Nº de golpes / 30 cm					
			5	15	25	35		
1	PERFORACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO	5					Relleno arenoso	
2		20					Arena	Prof. 2,00 m
3		1					Arena	Prof. 3,40 m
4		5					Limo	
5		1					Limo arenoso	
6		1					Limo	
7		46					Arena cementada con bochas de cuarzo	Prof. 7,00 m
8		>80					Roca (Gneis)	Prof. 7,00 m
9								Prof. 9,00 m
10							Fin de la perforación	
11								
12								
13								
		REC.	100	50	0			



"Techo de Roca"



PROF. NIV. AGUA: 3,60 m COTA NIV. AGUA: +1,60 m
 PROF. MAX. CATEO: 9,00 m COTA PROF. MAX: -4,00 m

Comitente: **SACEEM** Ref. Nº: IG-3404/17 Fecha: Marzo, 2017

Ingefund
 INGENIERÍA | GERENCIAMIENTO | FUNDACIONES
 Técnico: **Ing. Jorge E. Kliche**
 Hoja:

ENSAYO DE PENETRACION STANDARD

OBRA: MEJORA DE LOS ACCESOS

UBICACIÓN: RAMBLA PORTUARIA

CATEO Nº P6 (cont.)

FECHA: 22-feb.-17

COTA BOCA: +4,75 m

PROF. (m)	EQUIP. PERFOR.	N ₆₀	ENSAYO S.P.T.				DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	OBSERVACIONES	COTA (m)
			Nº de golpes / 30 cm						
			5	15	25	35			
	PERFORACIÓN CON EQUIPO MECÁNICO	35					Arcilla arenosa		
13									
		49					Limo arcilloso cementado		
14									
		38					Limo arcilloso		
15									
		39					Limo arcilloso cementado		
16									
		65					Limo arcilloso cementado		
17							Impenetrable al avance del equipo de perforación de suelos		
							Fin de la perforación		
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
13		%							%
		REC.	100	50	0				RQD.

Prof. 16,45 m

PROF. NIV. AGUA: 4,60 m

COTA NIV. AGUA +0,16 m

PROF. MAX. CATEO: 16,45 m

COTA PROF. MAX -11,70 m

Comitente:

SACEEM

Ref. Nº:

IG-3404/17

Fecha:

Marzo, 2017

Ingefund
INGENIERIA | GERENCIAMIENTO | FUNDACIONES

Técnico:

Ing. Jorge E. Kliche

Hoja: