



**INTENDENCIA MUNICIPAL  
DE MONTEVIDEO**

**HIDROSUD**  
Sociedad de Consultores

**PLAN DE SANEAMIENTO URBANO  
DE LA CIUDAD DE MONTEVIDEO (III)**



**RED DE SANEAMIENTO PARA EL BARRIO  
"CARRASCO" y "CARRASCO NORTE"**

**ESTUDIOS GEOTÉCNICOS**

Jorge W. Lopez Laborde  
Asesoramiento y Estudios en Geociencias

Nueva Palmira 1773, Montevideo, URUGUAY  
Tel./Fax: 208.41.83 e-mail: jwll@i.com.uy

**Enero - Febrero, 2000**

# RED DE SANEAMIENTO PARA LOS BARRIOS “CARRASCO” y “CARRASCO NORTE”

## ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

### 1. INTRODUCCIÓN.

En el marco del “**Plan de Saneamiento Urbano de la Ciudad de Montevideo**” (Etapa III), la **Intendencia Municipal de Montevideo e Hidrosud S.R.L. (Sociedad de Consultores)** proyectan la red de saneamiento para los Barrios “Carrasco” y “Carrasco Norte”; el presente informe corresponde al estudio geotécnico efectuado.

### 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La región Sur del país se caracteriza por la presencia de un relieve suave a moderadamente ondulado, con extensas planicies asociadas a la costa del Río de la Plata o restringidas a los principales cursos de agua, no existiendo accidentes topográficos de importancia (salvo los denominados “Cerro de Montevideo” y “Cerrito de la Victoria”), tratándose de una expresión de la superficie del terreno producto de un relieve residual posterior al entalle de la Formación Libertad así como de los depósitos posteriores que son los que determinan las áreas planas.

De acuerdo a la “Carta Geológica del Uruguay, a escala 1/2.000.000” (Preciozzi et al., 1979), a la “Carta Geológica del Uruguay, a escala 1/500.000” (Preciozzi et al., 1985), a la “Carta Geológica del Uruguay, a escala 1/100.000 - Sector XLVII - Montevideo” (Cardellino y Ferrando, 1969) y a la “Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo, a escala 1/100.000” (Departamento de Geotécnica de la Facultad de Ingeniería, 1997) más de las  $\frac{2}{3}$  partes del Departamento de Montevideo están cubiertas por sedimentos apoyados sobre rocas cristalinas Predevonianas que afloran a lo largo de toda la costa y en los valles y desembocaduras de los arroyos principales, ocupando mayor superficie en las zonas Sur y Este del Departamento.

En cuanto a las formaciones sedimentarias:

- los depósitos más antiguos, de expresión superficial muy reducida, corresponden a las Formaciones **Migues** (diamictitos y conglomerados arenosos basales, colores rojizos) y **Mercedes - Asencio** (conglomerados y areniscas gruesas, de matriz limosa y areniscosa muy fina, de colores claros; areniscas muy finas cuarzosas, blanco - anaranjadas, bien seleccionadas, ferrificadas; pelitas arcillosas violáceas; bancos calcáreos constituidos por calizas algo arenosas, blancas y silificadas),
- hacia el NW se desarrollan, principalmente, las Formaciones **Fray Bentos** (areniscas muy finas y loess, con contenidos variables de arena fina, localmente fuertemente arcillosos, de estructura masiva, color naranja, con presencia de carbonato de calcio en forma pulvurulenta y de concreciones o lentes, y niveles lodolíticos, fangolíticos o brechoides hacia la base), y **Raigón** (areniscas finas a conglomerádicas, mal seleccionadas, redondeadas a subredondeadas, feldespáticas, con estratificación cruzada y paralela, de color blanco - amarillento, con presencia de intercalaciones de conglomerados y arcillas verdes),

- hacia el centro y NE se desarrolla, principalmente, la Formación **Libertad** (lodolitas, loess y fangolitas con porcentaje variable de arenas y arcillas, de color pardo a pardo rojizo), que llega muy próximo a la costa y se extiende en áreas de topografía elevada cubriendo más de la mitad del Departamento;
- los sedimentos más recientes (Pleistoceno: Formaciones **Chuy**, **Dolores** y **Villa Soriano**; Holoceno: **Reciente** y **Actual**) se ubican, principalmente, en las zonas costeras del Río de la Plata y del Río Santa Lucía.

Las rocas cristalinas Predevonianas corresponden al denominado **Zócalo del Río de la Plata**, que representa el 60 % del escudo cristalino uruguayo, caracterizándose por la presencia, casi constante, de zonas de fracturación y milonitización de direcciones N 70° W y N 70° E, siendo ésta la dirección de importantes fallas (muchas de las cuales fueron reactivadas por la tectónica cretácica, especialmente en el Sur). Tentativamente se han distinguido regiones de comportamiento tectónico diferente; la denominada **Región Sur - Centro - Occidental** se caracteriza por grandes áreas granítico - migmatíticas:

- **Complejo Basal indiferenciado.-** Gneisses, migmatitas y metamorfitos profundos. Gneisses y paragneisses granítico - muscovíticos, a veces granatíferos. Gneisses hornblendíticos de grano variable, anfibolitas, rocas hornblendo - augíticas, migmatitas, anatexitas y metamorfitos profundos de grano medio.
- **Granitos indiferenciados.-** Granitos calcoalcalinos de grano medio a porfiroides, granitos porfiroides biotítico - andesíticos, granitos leucócratas de grano fino a grueso.

En ellas se intercalan bandas de metamorfitos; una de ellas corresponde a la denominada Formación **Montevideo**, integrada por gneisses oligoclásticos, anfibolitas, micaesquistos y cuarcitas micáceas.

La "Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo, a escala 1/100.000" (Departamento de Geotécnica de la Facultad de Ingeniería, 1997) permite caracterizar, a grandes rasgos, a estos materiales desde el punto de vista de su resistencia, aptitud para cimentaciones) y excavabilidad (Tabla I).

En particular, el área delimitada por el Arroyo Carrasco (al Este), Avenida Italia (al Sur), Avenida Bolivia (al Oeste) y Camino Carrasco (al Norte), aparece en dicha carta (Figura 1) como correspondiente a materiales de fácil excavabilidad y resistencia baja a muy baja; mientras que la carta geológica (Figura 2) los muestra como correspondientes a depósitos holocénicos actuales (**arenas**) o pleistocénicos (**Formación Libertad**).

Los primeros corresponden a arenas que, normalmente, se caracterizan como no plásticas y se clasifican como SP o SM en el Sistema Unificado y como A-3 y A-2-4 en el Sistema A.A.S.H.T.O.; en Ensayos Estándar de Penetración los valores de "N" normalmente varían entre 5 y 15, correspondiendo a tensiones admisibles de entre 50 y 150 kPa; mientras que los segundos corresponden a un loess con porcentaje variable de arena y arcilla, de color pardo a pardo rojizo que presenta valores de tensiones admisibles ubicadas hacia los 100 - 200 kPa, aunque, en condiciones normales de humedad pueden presentarse valores mayores a 200 kPa ante la presencia de arena gruesa - grava o por una severa disminución de la humedad..

### **3. ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

Mediante la utilización de palas americanas, apropiadas para el tipo de materiales encontrados, se realizaron cateos de profundidad variable (máximo 4.50 m). Dada la naturaleza urbana del área de estudio se seleccionaron aquellos lugares más aptos para la realización de cateos (sin tener que recurrir a la rotura y corte de veredas); los mismos fueron canteros (sin árboles, o con árboles de escaso porte) y veredas rotas o con cobertura de césped (Figura 3).

### **4. RESULTADOS.**

La Tabla II resume los resultados de los cateos, mientras que la Figura 3 presenta su ubicación.

Como resultado del estudio efectuado es posible afirmar que:

- los materiales encontrados al Oeste de la calle Capri corresponden, principalmente, a un los con porcentaje variable de arena y arcilla (Formación Libertad), de color pardo anaranjado claro a pardo rojizo, de fácil excavabilidad, resistencia baja a media, muy poco a poco permeable. Durante las obras de zanjeado no se preveen dificultades, salvo cuando se esté en presencia de la napa freática (la que fue detectada asociada a zonas bajas o de fuertes pendientes: Cateos # 32 y 36 a 39).
- los materiales encontrados al Este de la calle Orleans corresponden, principalmente, a arenas finas a medias (hacia la base), de fácil excavabilidad, resistencia muy baja, permeables a muy permeables. Durante las obras de zanjeado deberán adoptarse las prácticas usuales de la buena ingeniería a efectos de estabilizar las pendientes, particularmente cuando se esté en presencia de la napa freática (la que fue detectada a profundidades variables entre 1.00 y 3.40 m respecto al nivel del terreno).
- entre ambas calles se observan arenas finas a medias sobreyacentes al loess (Form. Libertad), ubicándose la napa freática en el contacto entre ambas el que se produce a profundidad variable (Cateo #25: 1.60 m, #26: 2.80 m, #27: 2.50 m).

## 5. RECOMENDACIONES.

Se considera que los trabajos efectuados brindan el conocimiento básico imprescindible a efectos de la ejecución de obras de zanjeado del proyecto en estudio; trabajos de mayor detalle podían ser realizados a efectos de definir con mayor precisión: **a)** el límite entre los depósitos de loess y de arenas, y **b)** la posición de la napa freática en el sector de arenas.

## BIBLIOGRAFÍA.

**Cardellino, R. y Ferrando, L.** 1969. Carta Geológica del Uruguay. Escala 1/100.000. Segmento Montevideo. Sector XLVII. Ed. Dpto. Publ. Univ. de la República.

**Departamento de Geotécnica (Facultad de Ingeniería).** 1997. Carta geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo, a escala 1/100.000. Departamento de Geotécnica, Instituto de Estructuras y Transporte, Facultad de Ingeniería, 32 pgs.

**Goso, H.; Nahoum, B.; Goso, C.; Behak, L.; de Souza, S.; Umpierrez, V.; Mezzano, A. y Rostan, A.** 1998. La confección de cartas geotécnicas en base a información directa de campo y laboratorio y su relación con las elaboradas mediante interpretación geotécnica de información geológica. Actas del II Congreso Uruguayo de Geología, Resúmenes expandidos, pgs. 366-377.

**Preciozzi, F.; Spoturno, J. y Heinzen W.** 1979. Carta geoestructural del Uruguay. Escala 1/2.000.000. Ministerio de Industria y Energía - Dirección Nacional de Minería y Geología.

**Preciozzi, F.; Spoturno, J.; Heinzen, W. y Rossi. P.** 1985. Carta geológica del Uruguay a escala 1/500.000. Ministerio de Industria y Energía - Dirección Nacional de Minería y Geología.

## 6. FIGURAS Y TABLAS.



Fig. 1.- Carta geotécnica del área de estudio.  
(Tomado de: Departamento de Geotécnica - Facultad de Ingeniería, 1997)

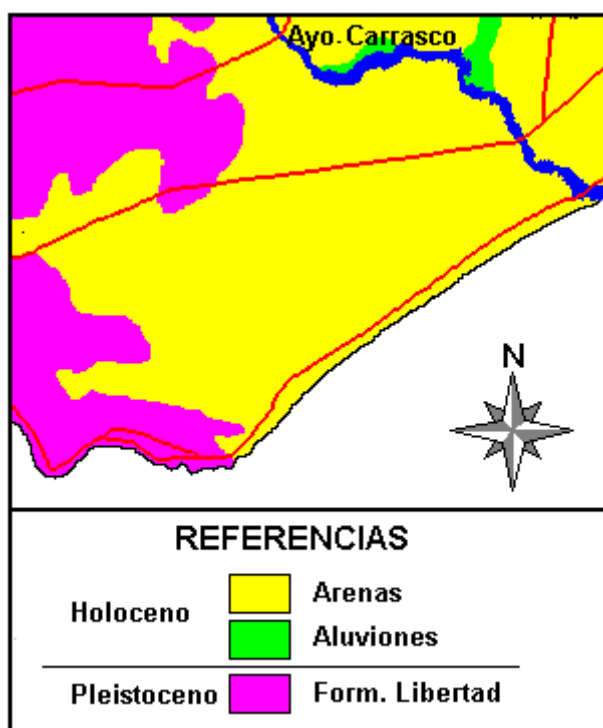


Fig. 2.- Carta geológica del área de estudio.  
(Tomado de: Cardellino y Ferrando, 1969)

TABLA I.- Características geotécnicas de los suelos y rocas de Montevideo.  
(Tomado de: Departamento de Geotécnica de la Facultad de Ingeniería, 1997).

Resistencia	Muy baja	Materiales con valores de tensiones admisibles claramente por debajo de los 100 kPa (aproximadamente 1 kg/cm <sup>2</sup> ); comprenden suelos correspondientes a la Formación Villa Soriano y al Reciente y Actual (materiales primarios, ya que en estos casos las modificaciones están muy minimizadas o no existen). Este tipo de materiales pueden presentarse también asociados a las Formaciones Dolores, Chuy, Libertad, Raigón o Camacho, especialmente en relación con los suelos saturados correspondientes.
	Baja	Materiales con valores de tensiones admisibles ubicadas hacia los 100 - 200 kPa; comprenden los suelos correspondientes a las Formaciones Dolores, Chuy, Libertad, Raigón y Camacho. En condiciones normales de humedad pueden presentarse valores mayores a 200 kPa ante la presencia de carbonatos (Form. Camacho), de arena gruesa - grava (Forms. Libertad y Dolores) y/o procesos cementantes de óxidos de hierro (Forms. Raigón y Chuy); la misma situación puede producirse por una severa disminución de la humedad (Forms. Libertad, Dolores y Raigón).
	Media	Materiales con valores de tensiones admisibles ubicadas hacia los 400 - 500 kPa; comprenden las rocas blandas que constituyen la Form. Fray Bentos (materiales frescos). En los materiales desagregados, descompuestos y orgánicos, que se comportan como suelos, se observa una disminución importante de la resistencia, mientras que ante procesos de cementación (carbonatación y/o silicificación) se comportan como materiales de resistencia alta a muy alta.
	Alta	Materiales con valores de tensiones admisibles ubicadas hacia los 800 - 1000 kPa; comprenden las rocas blandas que constituyen las Forms. Asencio, Mercedes y Migueles (materiales frescos). En los materiales desagregados, descompuestos y orgánicos, que se comportan como suelos, se observa una disminución importante de la resistencia determinando que, en condiciones normales de humedad, se comporten como materiales de resistencia media a baja; pudiendo pasar a baja - muy baja en condiciones de saturación.
	Muy Alta	Materiales con tensiones admisibles superiores a los 1000 kPa; comprenden los materiales fracturados y sanos del Basamento Cristalino.
Excavabilidad	Fácil	Materiales friables a medianamente friables penetrables con la pala americana y, en consecuencia, excavables a pico y pala sin auxilio de elementos escarificantes y fácilmente removibles por medios mecánicos. Corresponden al Reciente y Actual y a las Formaciones Villa Soriano, Dolores, Chuy, Libertad, Raigón y Camacho, que se comportan como suelos.
	Media	Materiales medianamente friables a medianamente tenaces no penetrables con la pala americana pero si excavables a pico y

		pala (aunque con dificultad y requiriendo el auxilio de elementos escarificantes), removibles por medios mecánicos aunque con dificultad. Corresponden a los materiales frescos de las Forms. Fray Bentos, Asencio, Mercedes y Migue, que se comportan como rocas blandas.
	Difícil	Materiales medianamente tenaces a tenaces no penetrables con la pala americana ni a pico y pala (aún con el auxilio de elementos escarificantes), difícilmente removibles por medios mecánicos; son penetrables por perforación rotativa con coronas con puntas de alta dureza y removibles mediante martillo o explosivos. Corresponden a los materiales frescos del Basamento Cristalino.



TABLA II.- Resumen de los resultados del Estudio Geotécnico.

CATEO		Profundidad (m) del			Descripción
Nº	Ubicación	cateo	freático	firme	
1	Gral. French y Avda. Italia	3.90	3.40	---	0.50 m de material de relleno (limo pardo anaranjado claro, friable, correspondiente a Form. Libertad) pasando a Arena fina a muy fina, limpia, algo húmeda a partir de los 3.00 m. A partir de los 3.90 m no es posible continuar perforando por desmoronamiento del pozo.
2	Gral. French y M. Tajés	3.50	2.20	---	1.20 m de material de relleno (limo pardo anaranjado claro, muy firme, masivo) pasando a Arena fina a muy fina, limpia, algo húmeda a partir de los 2.00 m.
3	Gral. French 2279/81	1.20	---	---	Material de relleno (limo pardo anaranjado claro, muy firme, masivo), con abundantes restos de escombros que dificultan continuar perforando.
3'	Gral. French 2279/81 (enfrente)	3.40	2.60	---	1.00 m de material de relleno (limo pardo anaranjado claro, muy firme, masivo) pasando a Arena fina a muy fina, limpia, algo húmeda a partir de los 2.20 m.
4	Gral. French y V. Soudriers	3.50	3.00	---	1.00 m de material de relleno (limo pardo anaranjado claro) pasando a Arena fina a muy fina, algo húmeda a partir de los 2.70 m. En la base (freático): Arena media.

CATEO		Profundidad (m) del			Descripción
Nº	Ubicación	cateo	freático	firme	
5	Gral. French (Puerta principal de la "Escuela Italiana de Montevideo")	4.50	3.10	---	Arena fina a muy fina.
6	Gral. French y Acosta y Lara	4.50	3.80	---	Arena fina a muy fina.
7	Gral. French y R. Areco	4.50	3.80	---	Arena fina a muy fina, con algunos niveles de Arena media.
8		2.50	1.00	---	Arena fina a muy fina; imposible continuar por desmoronamiento.
9	Acosta y Lara y La Gandara	2.80	2.50	---	Arena fina a muy fina; imposible continuar por desmoronamiento.
10	La Gandara y Costanera	3.50	2.80	---	Arena fina a muy fina.
11	M. Tajés y P. Thedy	2.50	1.80	---	1.00 m de Arena media con algunos niveles arcillosos (probablemente material de relleno), pasando a Arena fina a muy fina, limpia.
12	M. Tajés (junto al asentamiento)	2.00	1.80	---	Arena fina a muy fina pasando, hacia la base, a media a gruesa.
13		2.50	1.60	---	1.00 m de relleno (escombros y rocas descompuestas) pasando a Limo pardo oscuro, masivo, y, hacia la base, a Arena fina a muy fina. <b>NOTA:</b> El freático se encuentra a nivel de la Arcilla.
14	Los Álamos	2.50	1.50	---	Arena fina a muy fina
15	V. Soudriers y P. Kelly	2.50	1.50	---	Arena fina a muy fina
16	C. Nim y V. Soudriers	3.00	2.60	---	Arena fina a muy fina pasando, hacia la base, a Arena media.

<b>CATEO</b>		<b>Profundidad (m) del</b>			<b>Descripción</b>
<b>Nº</b>	<b>Ubicación</b>	<b>cateo</b>	<b>freático</b>	<b>firme</b>	
17	C. Nim y Acosta y Lara	3.50	3.10	---	Arena fina a muy fina
18	Acosta y Lara y Gral. Nariño	2.00	1.50	---	Arena fina a muy fina
19	Gral. Santander y M. Tajés	2.60	1.80	---	Arena fina a muy fina.
20	Gral. Nariño y V. Soudriers	2.00	1.00	---	Arena media a gruesa
21	A. Bachini y Alvarez Cortés	1.50	---	---	Arena fina a muy fina (desmoronable, la profundidad alcanzada se logra con el “tornillo”)
22	Santa Mónica (ex E. Blanco Acevedo) y M. Tajés	2.00	1.50	---	Arena fina a muy fina
23	Santa Mónica (ex E. Blanco Acevedo) 2411 (enfrente)	2.50	1.60	---	Arena fina a muy fina
24	Freda y A. Vargas	3.40	3.00	---	Arena fina a muy fina
25	Orleans y J. P. Beranger	2.50	1.60	---	Arena fina a muy fina que a 1.80 m pasa a Limo Arenoso pardo oscuro masivo y a los 2.20 m pasa a Limo pardo anaranjado claro, friable (Form. Libertad)
26	Orleans y M. Tajés	3.40	2.80	---	Arena fina a muy fina
27	Lancasteriana y Freda	3.50	2.50	---	Arena fina a muy fina pasando a 2.90 m a un Limo pardo oscuro a negro, masivo
28	Cooper y J. P. Beranger	2.50	---	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable
29	Cooper y M. Tajés	2.50	---	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable

CATEO		Profundidad (m) del			Descripción
Nº	Ubicación	cateo	freático	firme	
30	Havre y Freda	3.50	---	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable, que a 1.50 m pasa a gris verdoso pálido con niveles arcillosos
31	Dr. J. F. Arias y Prof. F. Gómez	2.50	---	---	Limo pardo anaranjado claro (Form. Libertad), muy firme y resistente, friable
32	J. P. Beranger (al pasar la curva)	2.50	2.20	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), masivo
33	J. P. Beranger y M. Tajés	3.50	---	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), masivo
34	Avda. M. L. Saldún	3.50	---	---	Limo pardo anaranjado claro (Form. Libertad), friable
35	Avda. M. L. Saldún	3.50	---	---	Limo pardo anaranjado claro (Form. Libertad), friable
36	Villa de Masnou y Siracusa	4.00	3.20	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable, con zonas de color gris verdoso pálido y presencia de $\text{CaCO}_3$ disperso
37	Villa de Masnou y Agrigento	3.50	2.60	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable, firme y resistente
38	Villa de Masnou y Taormina	3.50	1.90	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable
39	Salerno y Verona	2.50	0.50	---	Limo Arcilloso gris verdoso oscuro
40	Verona y Siracusa	2.50	---	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable, muy firme y resistente a la pala americana
41	Dr. E. Regules y Agrigento (c/ Etna)	2.50	---	---	Limo pardo anaranjado (Form. Libertad), claro y friable
42	J. D'Anello	2.50	---	---	0.50 m de relleno pasando a Limo pardo anaranjado claro y friable (Form. Libertad)

ESTUDIOS BÁSICOS  
RED DE SANEAMIENTO CARRASCO NORTE

ANEXO VI

CATEOS Y ESTUDIO GEOTÉCNICO