



CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

PROYECTO CUENCO REGULADOR PARQUE SARMIENTO

**CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES
REPÚBLICA ARGENTINA**

PROYECTO AD# 5141

MARZO 2014



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	1
3. INFORMACIÓN GENERAL	1
3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SITIO	1
3.2. CLIMA	1
3.3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	2
3.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	4
4. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO	4
4.1. TRABAJOS DE CAMPO	4
4.2. MÉTODOS DE PERFORACIÓN	5
4.3. MUESTREO DE SUELO.....	5
4.3.1. TOMA DE MUESTRAS.....	5
4.3.2. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA	5
4.4. INSTALACIÓN DE POZOS DE MONITOREO.....	5
4.4.1. MEDICIÓN Y MUESTREO DE AGUA.....	5
4.5. PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y CONTROL DE CALIDAD	6
4.5.1. EVALUACIÓN DEL SUELO	6
4.5.2. EVALUACIÓN DE FASE LÍQUIDA	7
4.6. EJECUCIÓN SONDEO PROFUNDO Y PERFILAJE GEOFÍSICO	7
5. HIDROQUÍMICA	8
6. HALLAZGOS	9
7. BIBLIOGRAFÍA	9



ANEXOS

ANEXO 1. Imágenes satelitales

- ✓ Imagen Satelital 1: Ubicación y entorno del sitio
- ✓ Imagen Satelital 2: Curvas equipotenciales

ANEXO 2. Perfiles litológicos

ANEXO 3. Tablas

- ✓ Mediciones de niveles (Tabla N° 1)
- ✓ Resultados analíticos en suelos (Tabla N° 2)
- ✓ Resultados analíticos en aguas subterráneas (Tabla N° 3)

ANEXO 4. Registro fotográfico

ANEXO 5. Perfilaje geofísico de pozo

ANEXO 6. Protocolos de laboratorio



1. INTRODUCCIÓN

Por solicitud de la Dirección General de Infraestructura, dependiente del Ministerio de Desarrollo Urbano del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (GCBA), el propósito del presente estudio es conocer las condiciones hidrogeológicas de base, en relación a la presencia de determinados compuestos de interés (CDI), en el subsuelo de los sectores donde se realizarán futuros cuencos reguladores del arroyo Medrano, dentro de las inmediaciones del Parque Sarmiento ubicado en la intersección de la Av. Balbín y Av. Gral. Paz, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, República Argentina.

Para tal fin se ejecutaron evaluaciones de campo y determinaciones analíticas, siguiendo estándares y guías de procedimientos de USEPA (United States Environmental Protection Agency) y ASTM (American Society for Testing and Material).

2. OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

- Conocer el modelo conceptual hidrogeológico del sitio de estudio.
- Efectuar determinaciones analíticas en muestras de suelos, agua freática y agua del arroyo entubado Medrano..

3. INFORMACIÓN GENERAL

3.1. LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL SITIO

El sitio de estudio corresponde al Parque Sarmiento, predio perteneciente al Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. El mismo se emplaza en la intersección de las avenidas Balbín y Gral. Paz, Ciudad de Buenos Aires.

Los sitios de estudios corresponden a sectores definidos por el GCBA para la ejecución del proyecto Cuenco Regulador Parque Sarmiento y cubren un área total de aproximadamente 8 hectáreas.

La ubicación del sitio, como así también el área en la cual se ha desarrollado el presente trabajo, se definen en la Imagen Satelital 1 del **Anexo 1**.

El sitio se encuentra emplazado en una zona comercial y residencial, sobre la avenida Balbin. La zona presenta servicios públicos de electricidad, telefonía e internet; así como también red de agua potable y gas para abastecimiento domiciliario y comercial.

3.2. CLIMA

La información meteorológica fue obtenida a partir de los datos recolectados por el Observatorio Central de Buenos Aires, perteneciente a la red de observaciones del Servicio Meteorológico Nacional (*Atlas Ambiental de Buenos Aires*).

Las temperaturas medias máximas se registran en enero y las mínimas en julio. El mismo comportamiento posee tanto la temperatura media máxima como media mínima cuyos valores mensuales evidencian máximos en enero y mínimos en julio.

El régimen de precipitación en la región está caracterizado por máximos en los meses cálidos (entre diciembre y abril) y mínimos entre junio y septiembre. El mes de abril es el que presenta el mayor número de días con precipitación. La mayor frecuencia de tormentas se registra durante los meses de verano. Ésto es consecuencia de la intensa convección que se produce en la región alimentada por el vapor de agua que es transportado por una intensa corriente en chorro en los niveles bajos de la atmósfera.

La velocidad del viento tiene gran variabilidad entre las distintas estaciones. En general, las mayores velocidades se observan durante el verano y las mínimas en invierno. Con respecto a las direcciones de viento se observa que en los meses estivales las direcciones más frecuentes corresponden al sector Noreste-Este mientras que en el invierno aumentan las frecuencias correspondientes al sector Sur-Oeste. Primavera y verano son las estaciones del año en las que se encuentran mayor cantidad de días con vientos fuertes.

3.3. GEOLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

El sitio de estudio se encuentra en la denominada Región Hidrogeológica Llanura Chaco – Pampeana Húmeda (Auge a, 2004), la cual comprende el sector Norte de la provincia de Formosa, su límite oriental lo constituyen la Mesopotamia y el océano Atlántico, por el Sur se extiende hasta el río Colorado y por el Oeste está limitada por las Sierras Subandinas y Pampeanas. La misma ocupa gran parte del territorio argentino y sobre ella se desarrolla los mayores polos urbanos del país.

El subsuelo de la región de interés está caracterizado por los “Sedimentos Postpampeanos”, los cuales cubren, en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires, las planicies de inundación del río Matanza-Riachuelo y el estuario del Río de la Plata.

Dicha unidad se encuentra presente hasta la cota 10 msnm, dado que ese fue el alcance de la última ingesión marina representada en el registro geológico por el Querandino (Auge b, 2004).

Las formaciones que representan a esta unidad son el Querandí y Luján, ambas de texturas finas arcillosas y arenosas finas con tonalidades grisáceas oscuras y verdosas. Según una perforación en el puente La Noria, se registró un espesor del Postpampeano de 33 m (Auge b, 2004).

Hidrogeológicamente, Auge b (2004) menciona que dicha unidad funciona como un acuífero de baja productividad donde se encuentran arenas finas, llegando a ser acuitardo donde predominan los sedimentos muy finos como ser arcillas y limos.

La elevada salinidad es característica de esta unidad, registrándose valores de hasta 27 g/L. Las características mencionadas y la alta vulnerabilidad a la afectación, hacen que el Postpampeano prácticamente no sea utilizado como fuente de provisión de agua (Auge b, 2004).

Suprayaciendo a los “Sedimentos Postpampeanos” se ubica la unidad denominada “Sedimentos Pampeanos”, constituida principalmente por sedimentos loésicos que cubren, en forma de manto y con espesores medios de 30 a 50 m, el subsuelo de la región y zonas aledañas. Los mismos son depósitos mayormente limosos (tamaño de grano comprendido entre 0,05 mm y 0,002 mm), con variables proporciones de arena y/o arcilla, se presentan

masivos y tienen capacidad para mantenerse en paredes verticales (Atlas Ambiental de Buenos Aires).

Los “Sedimentos Pampeanos” contienen al acuífero homónimo, que es utilizado en la región de interés, después del acuífero Puelches, situado infrayacente al mencionado acuífero Pampeano. En líneas generales el uso del acuífero Pampeano está destinado a la agricultura, ganadería, industria y riego complementario (Auge a, 2004).

El acuífero Puelches se encuentra contenido en sedimentos arenosos que conforman a la Formación homónima. La misma es de edad plio-pleistocena y su origen es fluviodeltaico. El acuífero se encuentra presente en las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe y Buenos Aires (Auge *et al.*, 2002). El mismo es la fuente de agua potable de varias localidades y ciudades de relevancia, como así también su uso está destinado a la industria, agricultura y ganadería.

Las cualidades hidráulicas e hidroquímicas de este acuífero hacen que sea una reserva de agua dulce importante del país. Los caudales específicos de esta unidad acuífera están comprendidos entre 4 y 5 m³/h/m, alcanzando en algunas localidades los 10 m³/h/m (Atlas Ambiental de Buenos Aires). En general el acuífero presenta carácter semiconfinado o semilibre. La hidroquímica del acuífero está caracterizada por la presencia de 2 a 10 g/l de sal (Auge b, 2004).

Infrayacente a la Formación Puelches, se encuentra la Formación Paraná de origen marino. Presenta sedimentos arcillosos plásticos en su unidad superior, mientras que en su unidad inferior presenta arenas medias. Esta últimas le confieren el carácter de acuífero, denominado como acuífero Paraná. La calidad hidroquímica del agua presenta elevada salinidad del orden de 10 a 30 g/L. Sin embargo, por encontrarse poco afectado por la actividad del hombre, este acuífero es utilizado por cierta cantidad de industrias que tratan el agua extraída para su uso. Por debajo de los acuíferos descriptos, se encuentra una sucesión sedimentaria de origen continental, constituida por areniscas y arcillas rojas, denominada como Formación Olivos. Dicha Formación presenta varios niveles acuitardos y algunos acuíferos de salinidad variable y muy poco conocidos.

Infrayacente a la Formación Olivos, se encuentra el basamento cristalino que es la unidad acuífuga de todo el sistema hidrogeológico de la cuenca Chaco-Pampeana. El mismo está compuesto por rocas ígneas y metamórficas (Atlas Ambiental de Buenos Aires).

A modo descriptivo, se presenta a continuación el cuadro estratigráfico conforme a lo mencionado anteriormente:

Estratigrafía	Hidroestratigrafía	Acuíferos Principales
Sedimentos Postpampeanos	Epipuelches	Acuífero de Baja Productividad/Acuitardo
Sedimentos Pampeanos	Epipuelches	Acuífero Pampeano
Formación Puelches	Puelches	Acuífero Puelches
Formación Paraná	Hipopuelches	Acuífero Paraná
Formaciones Olivos	Hipopuelches	Acuitardo
Basamento Cristalino	Basamento Hidrogeológico	Acuífugo

3.4. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

De acuerdo a las imágenes satelitales del **Anexo 1**, el sitio de estudio presenta los siguientes lindes:

- Norte:** hacia el norte del sector de estudio continúan las instalaciones del Parque Sarmiento. En ese cuadrante, el linde del parque está constituido por la traza de la Av. Ricardo Balbín hasta su intersección con la Av. Gral. Paz. A continuación de la Av. Balbín se encuentra una zona predominantemente residencial, constituida por viviendas de tipo unifamiliar y multifamiliar. La actividad comercial es minoritaria y se distribuye principalmente a lo largo de la traza de la mencionada avenida.
- Sur:** hacia el sur del sector de estudio continúan las instalaciones del Parque Sarmiento, hasta el linde representado por la traza de la Av. Crisólogo Larralde que lo separa de una zona residencial en la que se emplaza la embajada de la República Popular China.
- Este:** se encuentra la traza de la Av. Triunvirato. A continuación de ésta hay un centro de salud (CEMIC) y sectores recreativos que cuentan con canchas para práctica de fútbol.
- Oeste:** se encuentra la traza de la Av. Gral. Paz, que en esa zona divide a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires de la localidad bonaerense de Villa Martelli.

4. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

4.1. TRABAJOS DE CAMPO

La investigación del subsuelo se realizó sobre la base de un muestreo criterioso, y su distribución se definió con el propósito de cubrir los sectores en los cuales se ejecutarán los cuencos reguladores, según indicaciones del GCBA.

Se adecuó la ubicación de los puntos de muestreo a la localización de obstáculos para perforar el terreno, tales como cañerías pluviales y de luminaria.

La investigación del subsuelo se planteó mediante la ejecución de seis (6) sondeos, los cuales fueron convertidos en pozos de monitoreo de agua subterránea (freática).

Las ubicaciones de los mencionados puntos de investigación de suelos y agua subterránea (freática) se presentan en la Imagen Satelital 1 en el **Anexo 1**, cuyas referencias mediante geoposicionador satelital (GPS) se corresponden al siguiente detalle:

Freatímetro	Latitud	Longitud
F1	34° 40' 27,9" S	58° 26' 52,0" O
F2	34° 40' 28,7" S	58° 26' 54,5" O
F3	34° 40' 29,6" S	58° 26' 56,3" O
F4	34° 40' 30,7" S	58° 26' 58,6" O
F5	34° 40' 31,7" S	58° 27' 00,9" O
F6	34° 40' 33,6" S	58° 26' 58,3" O



4.2. MÉTODOS DE PERFORACIÓN

Previo a la ejecución de cada sondeo, se investigó su área de influencia con detector de campos eléctricos por aproximación, con el fin de determinar aquellas zonas libres de interferencias.

Posteriormente se perforó con barreno manual de 3 1/4" hasta una profundidad de 2,0 mbns (metros bajo nivel de superficie), para luego continuar con sistema Auger (Helicoide vástago sólido) de 6" de diámetro, hasta los 9 mbns.

Simultáneamente con la perforación se realizaron tareas de control geológico. Se extrajeron muestras de los sedimentos atravesados con el objeto de elaborar el perfil litológico correspondiente y enviar muestras de suelo a laboratorio para su análisis.

4.3. MUESTREO DE SUELO

4.3.1. TOMA DE MUESTRAS

Durante el avance de las perforaciones se colectaron muestras de suelos atravesados, mediante sonda toma muestra por empuje directo. Se seleccionaron para su análisis en laboratorio las muestras extraídas a 1, 2 y 5 mbns en los sondeos identificados como F1 a F6.

Cada muestra fue debidamente rotulada y etiquetada para luego ser transportada mediante protocolo de cadena de custodia, previa su refrigeración a 4°C, hasta el laboratorio FIX Sudamericana S.A., ubicado en la provincia de Buenos Aires y registrado en RELADA.

4.3.2. DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA

En base al control geológico efectuado durante la perforación de cada sondeo, el subsuelo del sitio de interés está caracterizado por materiales de textura limoarcillosa de color castaño oscuro, presentando intercalaciones de material carbonático (ver Perfiles Litológicos en *Anexo 2*).

En base al perfilaje geofísico profundo, el material descrito en el párrafo anterior (Sedimentos Pampeanos) alcanza la profundidad de 21 mbns. Infrayacente a la misma se encuentra el acuitardo del acuífero Puelches, representado por materiales arcillosos de 1 m de espesor. Luego se encuentra la Formación Puelches hasta la profundidad de 52 mbns y contenedora del acuífero homónimo, integrada por arenas finas a medianas. A partir de dicha profundidad se detectaron las arcillas plásticas azuladas de la Formación Paraná.

4.4. INSTALACIÓN DE POZOS DE MONITOREO

Finalizadas la perforaciones de cada uno de los sondeos, las mismas fueron convertidas en pozos de monitoreo del agua freática (freatímetros).

Los detalles constructivos de los freáticos se presentan junto a los perfiles litológicos de cada pozo, en el *Anexo 2*.

4.4.1. MEDICIÓN Y MUESTREO DE AGUA

Al concluir cada uno de los freáticos instalados, se procedió al desarrollo hidráulico de los mismos, con el objeto de dejar libre de sedimentos al filtro y prefiltro de grava.

Transcurridas más de 24 horas desde la instalación de cada freatímetro y una vez estabilizado el nivel freático, se midieron los niveles estáticos y se colectaron muestras de líquidos de cada uno de ellos.

Las mediciones de niveles, realizadas el 10 de febrero de 2014, se ejecutaron mediante sonda detectora de interfases (Aire-Fase Líquida No Acuosa-Agua), con precisión mayor a 0,001m, obteniéndose los resultados que se muestran en Tabla N° 1, adjunta en **Anexo 3**.

A partir de las mismas y de la correspondiente nivelación de boca de pozo, se trazaron las curvas equipotenciales indicadas en la Imagen Satelital 2, que se adjunta en **Anexo 1**.

Conforme a las mediciones registradas el día 10 de febrero de 2014, se evidenció que la profundidad promedio del nivel freático es de 1,90 mbbp (metros bajo boca de pozo) y el sentido de drenaje es hacia el Noreste, coincidente con la ubicación del arroyo entubado Medrano, que fluye de sudoeste a noreste por el sector medio del parque Sarmiento.

Las muestras de fase líquida fueron obtenidas mediante tomamuestra nuevo, individual para cada pozo (tipo bailer), siendo transferidas a botellas y viales de vidrio color ámbar y plástico, refrigeradas para su transporte mediante cadena de custodia al laboratorio FIX Sudamericana S.A.

4.5. PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y CONTROL DE CALIDAD

4.5.1. EVALUACIÓN DEL SUELO

En la totalidad de las muestras de suelos extraídas se realizaron las siguientes determinaciones analíticas:

Determinación	Metodología	Instrumental Empleado
pH	EPA 150.1	Pehachímetro HANNA H 198128
Conductividad	EPA 120.1	Equipo multiparamétrico HANNA H 198128
Sodio	EPA 273.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Potasio	EPA 258.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Magnesio	EPA 242.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Calcio	EPA 215.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Sulfatos	EPA 375.1	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Bicarbonatos	SM 2320 B	Material Volumétrico
Carbonatos	SM 2320 B	Material Volumétrico
Cloruros	EPA 325.1	Material volumétrico
Dureza Total	SM 2340 C	Material Volumétrico
Alcalinidad Total	EPA 310.1	Material Volumétrico
Arsénico	SM 3114 C	Espectrómetro AA Espectrómetro AA Thermo M Series / Generador de hidruros Thermo M Series
Nitrógeno Total Kjeldahl	SM 4500-NOrg C	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 F	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Nitratos	SM 4500-NO3 E	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Nitritos	SM 4500-NO2 B	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000

Los resultados analíticos de las muestras de suelo se presentan en la Tabla N° 2 del **Anexo 3**, mientras que los protocolos de laboratorio se adjuntan en **Anexo 5**.

4.5.2. EVALUACIÓN DE FASE LÍQUIDA

Para esta evaluación se colectaron muestras de los líquidos contenidos en cada uno de los seis (6) freáticos instalados e identificados de forma correlativa como F1 a F6. Las determinaciones analíticas efectuadas en laboratorio son las siguientes:

Determinación	Metodología	Instrumental Empleado
pH	EPA 150.1	Pehachímetro HANNA H 198128
Conductividad	EPA 120.1	Equipo multiparamétrico HANNA H 198128
Sodio	EPA 273.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Potasio	EPA 258.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Magnesio	EPA 242.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Calcio	EPA 215.1	Espectrómetro AA Thermo M Series
Sulfatos	EPA 375.1	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Bicarbonatos	SM 2320 B	Material Volumétrico
Carbonatos	SM 2320 B	Material Volumétrico
Cloruros	EPA 325.1	Material volumétrico
Dureza Total	SM 2340 C	Material Volumétrico
Alcalinidad Total	EPA 310.1	Material Volumétrico
Arsénico	SM 3114 C	Espectrómetro AA Espectrómetro AA Thermo M Series / Generador de hidruros Thermo M Series
Nitrógeno Total Kjeldahl	SM 4500-NOrg C	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Nitrógeno Amoniacal	SM 4500-NH3 F	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Nitratos	SM 4500-NO3 E	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000
Nitritos	SM 4500-NO2 B	Espectrofotómetro visible HACH DR/6000

Los resultados analíticos se presentan en la Tabla N° 3 del **Anexo 3** y los protocolos de laboratorio se adjuntan en **Anexo 5**.

4.6. EJECUCIÓN SONDEO PROFUNDO Y PERFILAJE GEOFÍSICO

El día 22 de enero de 2014 se realizó el Perfilaje Eléctrico de Registro Continuo en la perforación de exploración, para la realización del Sondeo de Exploración en el predio del Parque Sarmiento, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA).

Las coordenadas de la perforación son las siguientes:

S 34° 33' 27,8"

W 58° 29' 59,1"

La perforación de exploración alcanzó los 54 mbns (metros bajo nivel de superficie). Finalizada la misma, se extrajeron las barras de perforación y se efectuó el Perfilaje Geofísico consistente en una carrera de Resistividad (10 Ohms/div) y un registro de Radiación Gamma Natural (5 cps/div). Para ello se utilizó un equipo de Perfilaje MOUNT OPRIS MODELO 1000C con capacidad de registro de pozos de hasta 300 m de profundidad.

La descripción sedimentológica ajustada por el perfilaje es la siguiente:

Acuífero	Litología
Pampeano	1 a 21 mbns: Limo con tosca poco arcilloso (sólo entre 3 a 5 y 12 a 12,5 mbns)
Puelches	21 a 22 mbns: Arcilla
	22 a 24 mbns: Arena muy fina
	24 a 26,5 mbns: Arena media
	26,5 a 30 mbns: Arena fina
	30 a 49 mbns: Arena mediana a fina y por sectores media a gruesa
	49 a 50,5 mbns: Arcilla
	50,5 a 52 mbns: Arena media
Paraná	52 mbns: Arcilla plástica azul

5. HIDROQUÍMICA

Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea y de una muestra colectada del Arroyo Medrano se volcaron en el gráfico triangular de Piper (Figura 1), el cual permite en forma sencilla representar aniones y cationes principales del agua en un mismo diagrama. La principal utilidad del mismo es que permite incluir varios resultados de análisis de aguas en forma gráfica, de forma que aguas químicamente semejantes se encontrarán agrupadas y aguas químicamente diferentes estarán separadas.

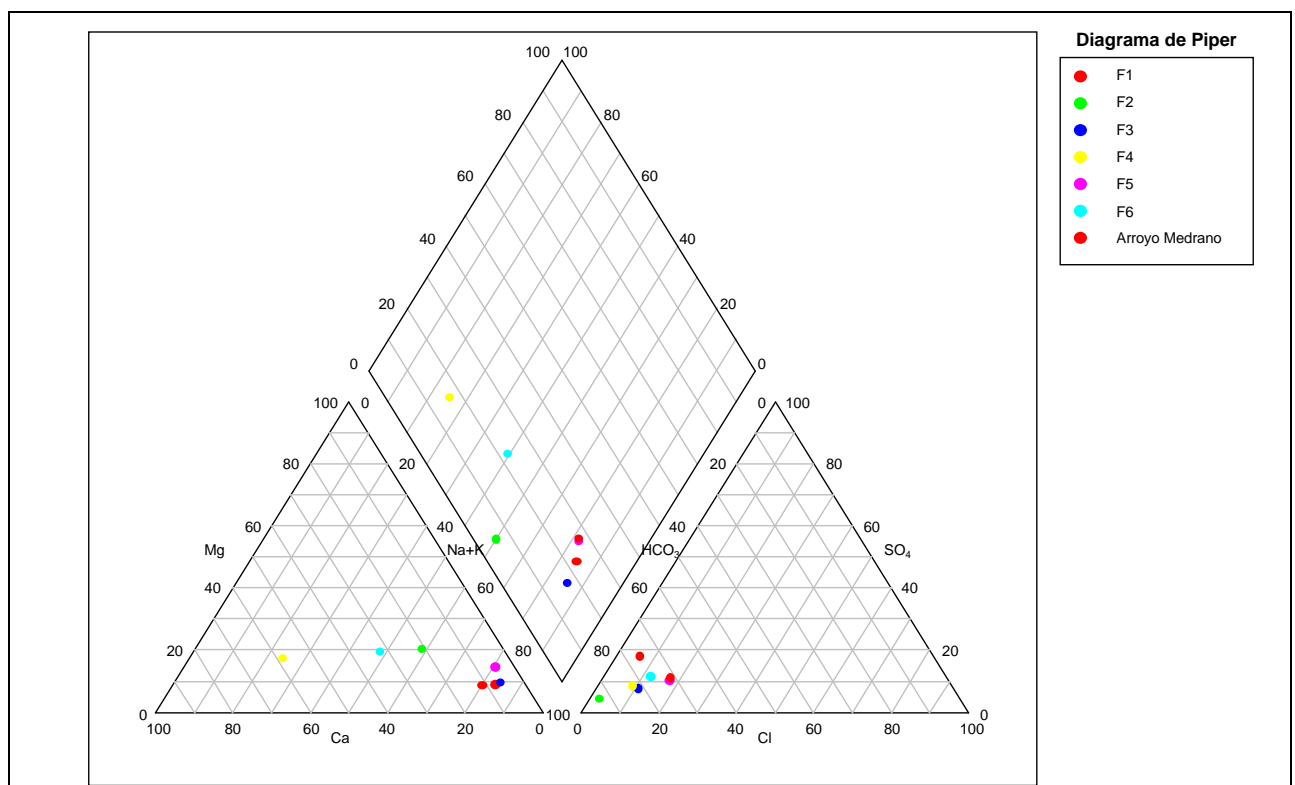


Figura 1. Diagrama triangular de Piper.

El diagrama generado (Figura 1) permite observar que, para la mayoría de las muestras analizadas, el tipo de agua es Bicarbonatada Sódica, con excepción de las muestras F4 que cae dentro del grupo de Bicarbonatada Cálca.

6. HALLAZGOS

- El sitio de interés se encuentra en una zona residencial y comercial ubicada en el linde noroeste de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
- El nivel freático se registró a una profundidad promedio de 1,9 mbns y la dirección del mismo es hacia el norte. El gradiente hidráulico es del orden de 4×10^{-3} .
- Los materiales atravesados durante la ejecución de cada una de las perforaciones poseen textura limo arcillosa, presentando intercalaciones de material carbonático. En base al perfilaje geofísico profundo, el material descrito en el párrafo anterior (Sedimentos Pampeanos) alcanza la profundidad de 21 mbns. Infrayacente a la misma se encuentra el acuitardo del acuífero Puelches, representado por materiales arcillosos de 1 m de espesor. Luego se encuentra la Formación Puelches hasta la profundidad de 52 mbns y contenedora del acuífero homónimo, integrada por arenas finas a medianas. A partir de dicha profundidad se detectaron las arcillas plásticas azuladas de la Formación Paraná.
- De acuerdo a la clasificación de Piper, la mayoría de las muestras de agua freática analizadas como el agua muestreada en el arroyo Medrano corresponden al tipo bicarbonatada sódica. La excepción es la muestra F4 que se encuadra como agua bicarbonatada cálcica.

7. BIBLIOGRAFÍA

Atlas Ambiental de Buenos Aires - www.atlasdebuenosaires.gov.ar

Auge, M. P., Hernández, M. A, Hernández, L., 2002. Actualización del Conocimiento del Acuífero Semiconfinado Puelche en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Groundwater and Human Development*. Bocanegra, E. et al. (Eds). ISBN 987-544-063-9. Pag. 624 – 633. Buenos Aires.

(Auge a) Auge, M. P., 2004. Regiones Hidrogeológicas. República Argentina y las provincias de Buenos Aires, Mendoza y Santa Fe. La Plata. 111 páginas. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/15909/Documento_completo.pdf?sequence=1

(Auge b) Auge, M. P., 2004. Hidrogeología de la Ciudad de Buenos Aires. Buenos Aires. 79 páginas. http://www.ahsud.com/public/ebooks/Hidrogeologia-Bs_As.pdf



ANEXO 1

IMÁGENES SATELITALES



Imagen 1. Imagen satelital (GeoEye 2012) que describe la ubicación del sitio de estudio y su entorno.



Referencias:



-  Líneas equipotenciales (msnr)
-  Dirección de flujo

Imagen 2. Imagen satelital (GeoEye 2012) que contiene las curvas equipotenciales y sentido de flujo de la superficie freática.



ANEXO 2

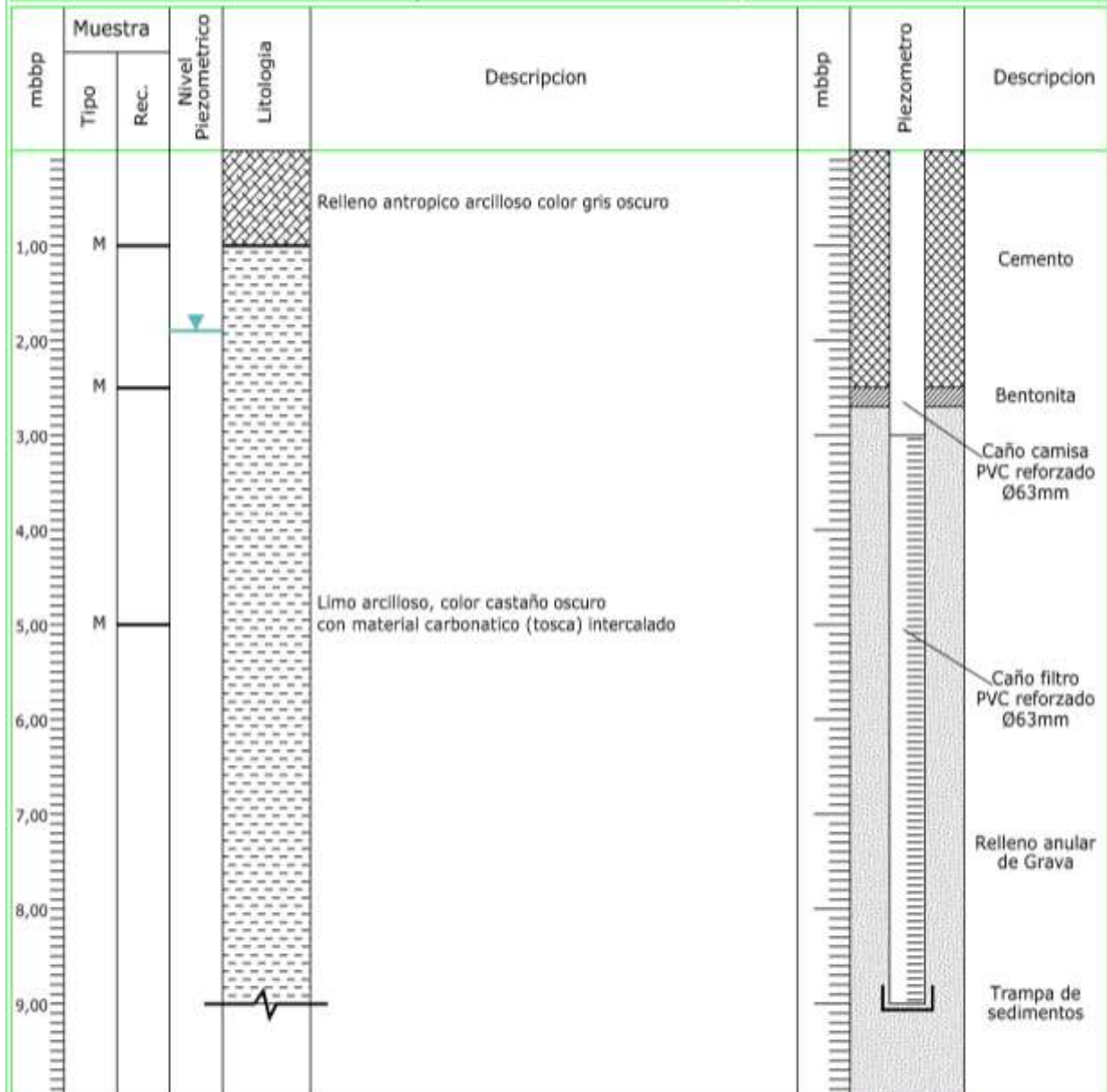
PERFILES LITOLÓGICOS

Proyecto: 5141

Pozo: F1

Perforado por: DISAB Sudamericana

Coordenadas geograficas: S34°33'26,4"
W58°29'48,8"



Referencias: mbbp: metros bajo boca de pozo
M: Manual

Comienzo de la perforacion: 31/01/2014

Finalizacion de la perforacion: 31/01/2014

Procedimiento de la perforacion y diametro: Barreno manual Ø3¼" acero inoxidable y vastago helicoidal solido Ø6"

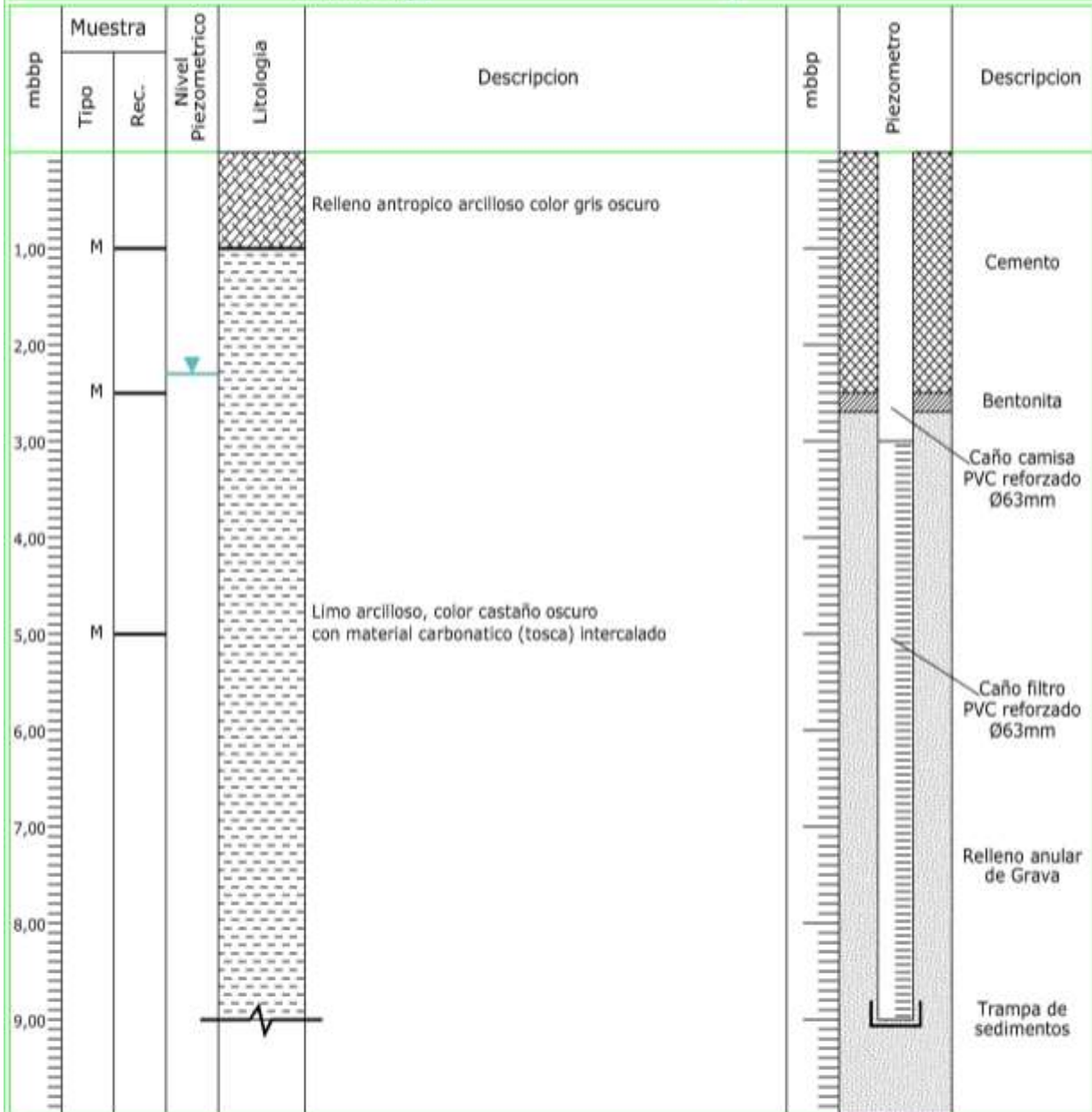
Cantidad de muestras: 3

Proyecto: 5141

Pozo: F2

Perforado por: DISAB Sudamericana

Coordenadas geograficas: S34°33'19,7"
W58°29'48,5"



Referencias: mbbp: metros bajo boca de pozo
M: Manual

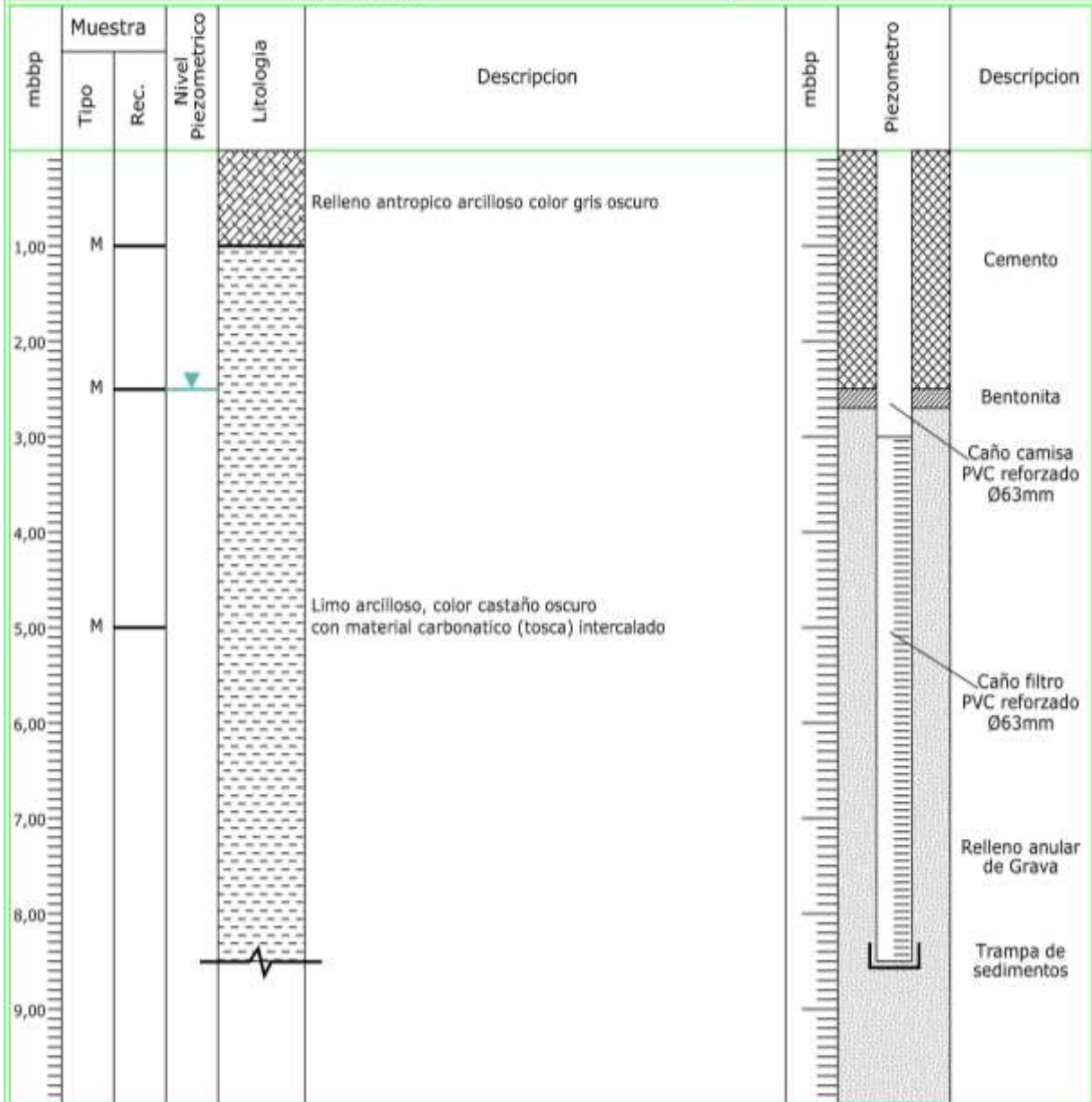
Comienzo de la perforacion: 31/01/2014

Finalizacion de la perforacion: 31/01/2014

Procedimiento de la perforacion y diametro: Barreno manual Ø3¼" acero inoxidable y vastago helicoidal solido Ø6"

Cantidad de muestras: 3

Proyecto: 5141
 Pozo: F3
 Perforado por: DISAB Sudamericana
 Coordenadas geograficas: S34°33'29,1"
 W58°29'59,1"



Referencias: mbbp: metros bajo boca de pozo
 M: Manual

Comienzo de la perforacion: 05/02/2014

Finalizacion de la perforacion: 05/02/2014

Procedimiento de la perforacion y diametro: Barreno manual Ø3¼" acero inoxidable y vastago helicoidal solido Ø6"

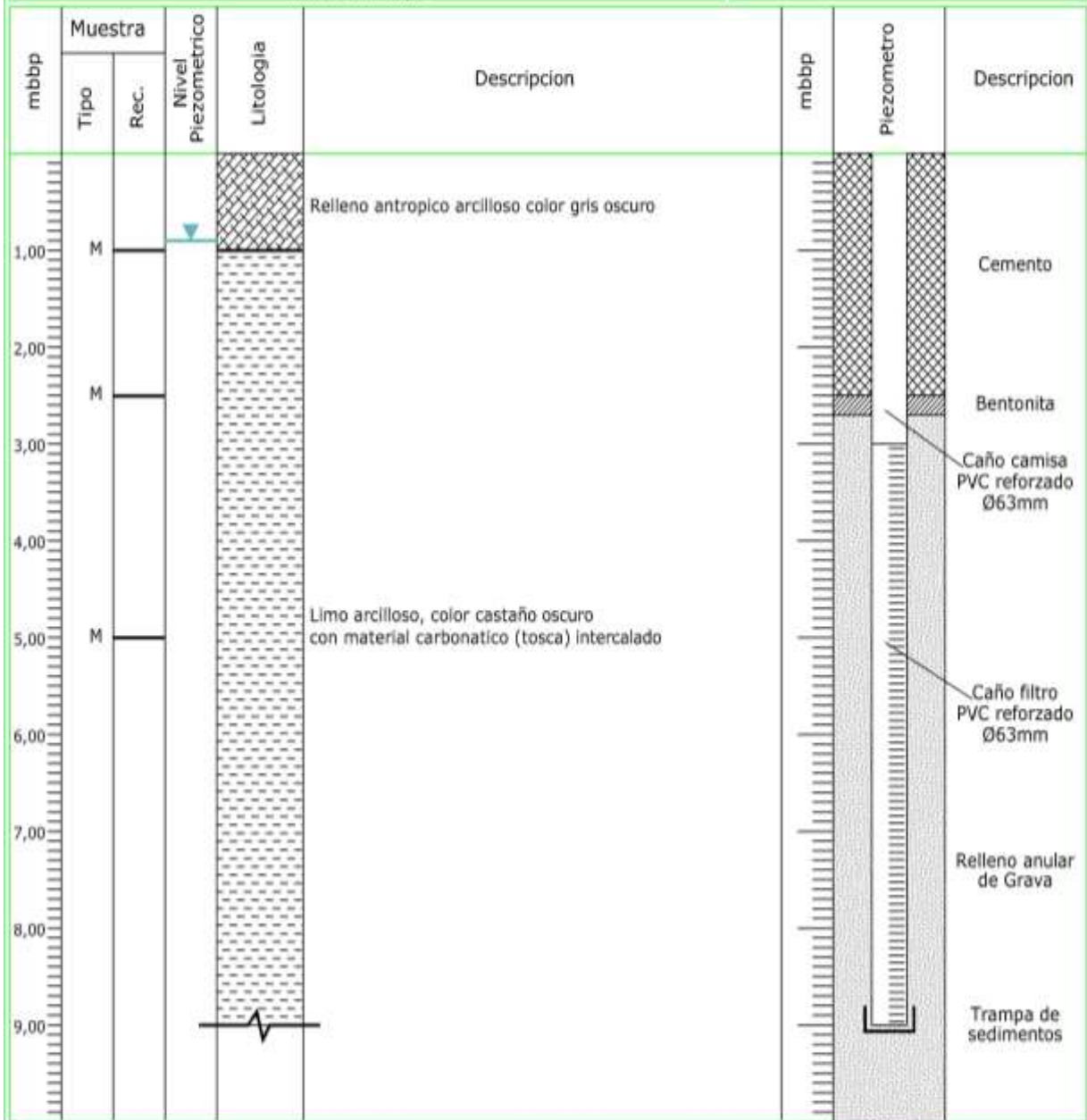
Cantidad de muestras: 3

Proyecto: 5141

Pozo: F4

Perforado por: DISAB Sudamericana

Coordenadas geograficas: S34°33'33,0"
W58°29'54,6"



Referencias: mbbp: metros bajo boca de pozo
M: Manual

Comienzo de la perforacion: 05/02/2014

Finalizacion de la perforacion: 05/02/2014

Procedimiento de la perforacion y diametro: Barreno manual Ø3¼" acero inoxidable y vastago helicoidal solido Ø6"

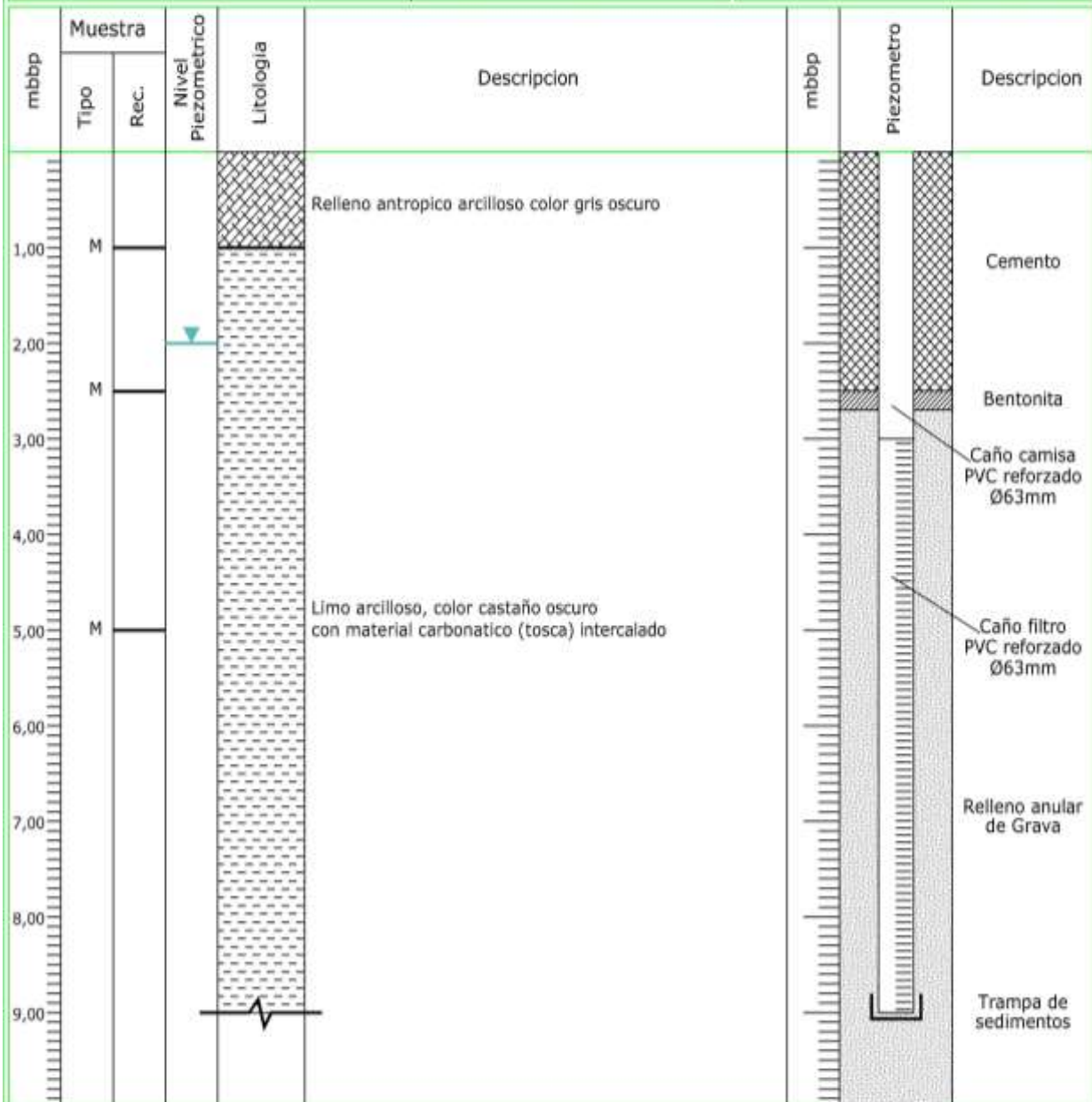
Cantidad de muestras: 3

Proyecto: 5141

Pozo: F5

Perforado por: DISAB Sudamericana

Coordenadas geograficas: S34°33'33,1"
W58°30'01,5"



Referencias: mbbp: metros bajo boca de pozo
M: Manual

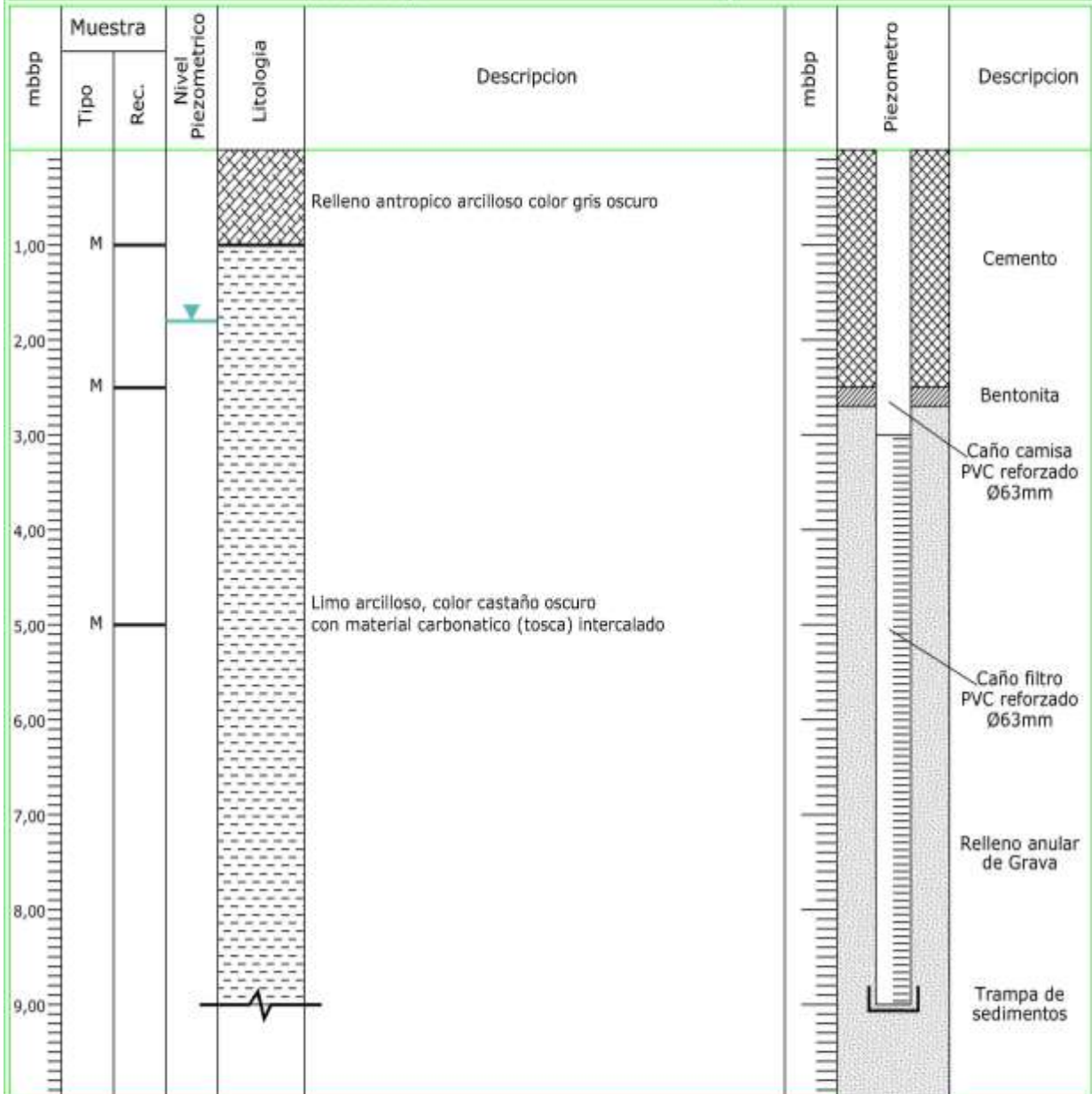
Comienzo de la perforacion: 06/02/2014

Finalizacion de la perforacion: 06/02/2014

Procedimiento de la perforacion y diametro: Barreno manual Ø3¼" acero inoxidable y vastago helicoidal solido Ø6"

Cantidad de muestras: 3

Proyecto: 5141
 Pozo: F6
 Perforado por: DISAB Sudamericana
 Coordenadas geograficas: S34°33'39,7"
 W58°30'06,1"



Referencias: mbbp: metros bajo boca de pozo
 M: Manual

Comienzo de la perforacion: 07/02/2014

Finalizacion de la perforacion: 07/02/2014

Procedimiento de la perforacion y diametro: Barreno manual Ø3¼" acero inoxidable y vastago helicoidal solido Ø6"

Cantidad de muestras: 3



ANEXO 3

TABLAS

TABLA Nº 1					
PARQUE SARMIENTO					
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES					
TABLA MEDICIÓN DE NIVELES					
10 DE FEBRERO 2014					
Ubicación	Cota Relativa	Nivel Agua	Nivel FLNA	Espesor FLNA	Cota Relativa del Nivel Freático
	(msnr)	(mbbp)	(mbbp)	(m)	(msnr)
F1	9,750	1,900	n/d	0,000	7,850
F2	10,060	2,280	n/d	0,000	7,780
F3	9,900	2,540	n/d	0,000	7,360
F4	9,700	0,900	n/d	0,000	8,800
F5	10,200	2,010	n/d	0,000	8,190
F6	10,750	1,790	n/d	0,000	8,960

Referencias:

msnr: metros sobre nivel de referencia – Cero del IGN (Instituto Geográfico Nacional)

mbbp: metros bajo boca de pozo.

n/d: no detectado

FLNA: Fase Líquida No Acuosa

TABLA Nº 2							
PARQUE SARMIENTO							
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES							
RESULTADOS ANALÍTICOS DE SUELO							
ENERO/FEBRERO 2014							
Determinación	Unidades	F1			F2		
		1 mbns	2,5 mbns	5 mbns	1 mbns	2,5 mbns	5 mbns
pH	U. de pH	7,6	8,4	8,2	8,1	8,2	8,1
Cloruros	mg/kg seco	299,9	116,4	70,9	39,2	20,3	82,6
Calcio	mg/kg seco	801,3	667,3	956,3	1475	391,2	937,2
Magnesio	mg/kg seco	2158	1928	1547	2404	2218	2505
Conductividad	µS/cm	270	108	59	103	39	64
Sulfatos	mg/kg seco	537	534	510	964	258	145
Arsénico	mg/kg seco	2,5	2,4	1,1	3,9	2,6	2,3
Sodio	mg/kg seco	1063	1147	751,1	739,9	1035	1130
Potasio	mg/kg seco	4244	3717	4642	4883	5044	4517
Nitrógeno amoniacal	mg/kg seco	277,1	202,1	150,0	108,6	162,0	85,6
Nitratos	mg/kg seco	1344	900	877	808	552	723
Nitritos	mg/kg seco	2,1	9,2	1,5	6,6	4,5	3,7

TABLA N° 2 (continuación)							
PARQUE SARMIENTO							
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES							
RESULTADOS ANALÍTICOS DE SUELO							
ENERO/FEBRERO 2014							
Determinación	Unidades	F3			F4		
		1 mbns	2,5 mbns	5 mbns	1 mbns	2,5 mbns	5 mbns
pH	U. de pH	7,8	8,2	8,3	7,7	7,8	7,6
Cloruros	mg/kg seco	19,5	9,7	10,0	39,6	10,2	49,9
Calcio	mg/kg seco	426,4	530,6	785,4	485,0	525,5	735,7
Magnesio	mg/kg seco	1922	1725	1714	1561	1811	1830
Conductividad	μS/cm	103	113	86	93	58	60
Sulfatos	mg/kg seco	1022	1370	1304	564	1190	342
Arsénico	mg/kg seco	2,6	1,9	2,0	6,0	3,0	2,1
Sodio	mg/kg seco	800,6	1717	1090	602,2	963	809,3
Potasio	mg/kg seco	5344	4128	2991	3862	4089	3994
Nitrógeno amoniacal	mg/kg seco	73,9	177,3	169,9	228,2	133,8	112,8
Nitratos	mg/kg seco	1464	2101	1601	1348	1123	822
Nitritos	mg/kg seco	2,1	3,5	2,0	1,7	2,7	1,2

TABLA N° 2 (continuación)							
PARQUE SARMIENTO							
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES							
RESULTADOS ANALÍTICOS DE SUELO							
ENERO/FEBRERO 2014							
Determinación	Unidades	F5			F6		
		1 mbns	2,5 mbns	5 mbns	1 mbns	2,5 mbns	5 mbns
pH	U. de pH	9,1	8,8	8,6	8,2	8,2	8,3
Cloruros	mg/kg seco	208,2	107,1	221,7	39,4	21,1	20,3
Calcio	mg/kg seco	6302	577,7	762,5	1390	345,3	490,4
Magnesio	mg/kg seco	4763	2508	1701	1999	1851	1515
Conductividad	µS/cm	549	193	120	97	72	74
Sulfatos	mg/kg seco	544	1383	1183	436	989	1103
Arsénico	mg/kg seco	2,7	1,9	1,1	1,9	5,1	0,9
Sodio	mg/kg seco	3205	1740	960,7	690,6	966,5	881,9
Potasio	mg/kg seco	7446	5663	2929	4101	4759	3620
Nitrógeno amoniacal	mg/kg seco	228,5	160,8	164,9	150,8	239,8	133,0
Nitratos	mg/kg seco	1160	1541	1644	1791	907	770
Nitritos	mg/kg seco	1,7	1,5	2,0	3,4	2,3	1,6



TABLA Nº 3								
PARQUE SARMIENTO								
CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES								
RESULTADOS ANALÍTICOS DE AGUA SUBTERRÁNEA								
10 DE FEBRERO 2014								
Determinación	Unidades	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Arroyo
pH	Unidad de pH	6,5	6,6	7,0	6,8	7,2	6,8	7,5
Conductividad	uS/cm	704	499	830	753	1694	1383	1440
Sodio	mg/L	96,6	55,9	91,4	28,3	296,4	147,0	227,0
Potasio	mg/L	58,1	12,8	11,5	11,9	28,7	14,1	15,5
Magnesio	mg/L	6,1	10,8	5,0	12,3	26,7	30,8	11,2
Calcio	mg/L	13,2	21,5	8,1	77,9	23,1	96,1	33,8
Sulfatos	mg/L	65	13	35	37	85	83	53
Bicarbonatos	mg/L	330	301	431	415	699	645	403
Carbonatos	mg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cloruros	mg/L	16,0	5,0	34,0	27,0	101,0	61,0	57,9
Dureza Total	mg/L	170	202	160	410	400	600	280
Alcalinidad Total	mg/L	330	301	431	415	699	645	403
Arsénico	mg/L	0,009	0,005	0,005	0,003	0,004	0,003	0,006
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/L	15	10	19	38	18	12	40
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	0,21	0,08	0,09	0,20	0,10	0,06	< 0,05
Nitratos	mg/L	3,0	7,7	13,1	5,6	38,5	7,7	16,8
Nitritos	mg/L	0,077	0,271	0,181	0,064	2,522	1,443	2,212



ANEXO 4

REGISTRO FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Vista trabajos de perforación (F1).



Fotografía 2. Vista terminación boca de pozo (F1).



Fotografía 3. Vista trabajos de perforación (F3).



Fotografía 4. Vista terminación boca de pozo (F3).



Fotografía 5. Vista trabajos de muestreos.



Fotografía 6. Vista equipo perfilador geofísico.



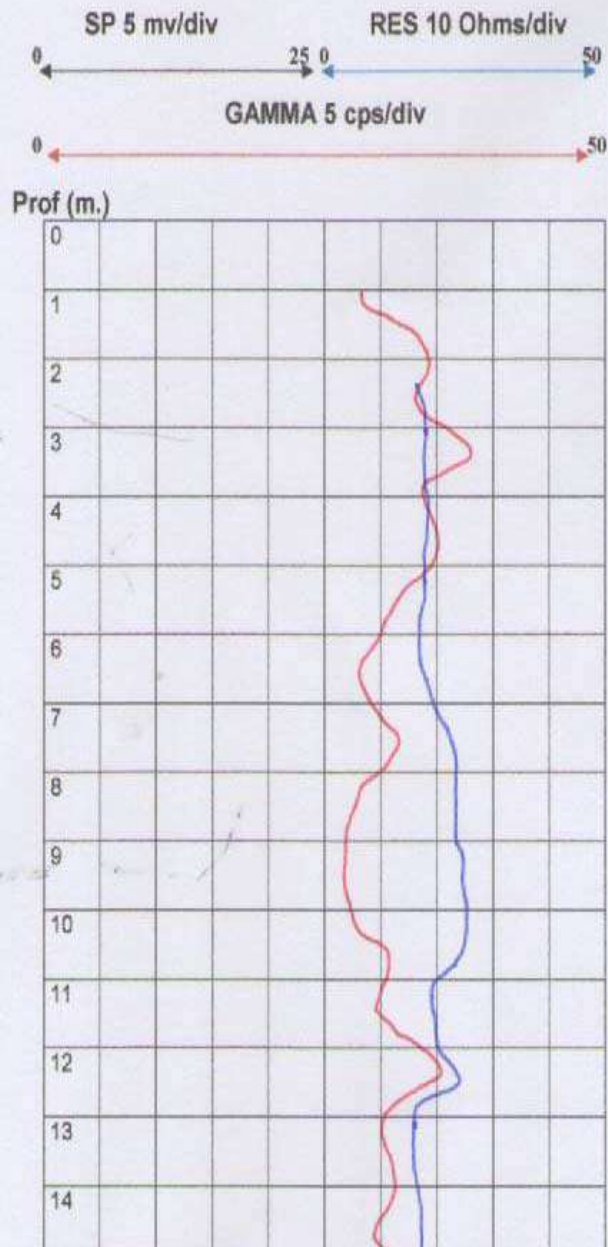
Fotografía 7. Vista perfilaje geofísico en sondeo profunda.

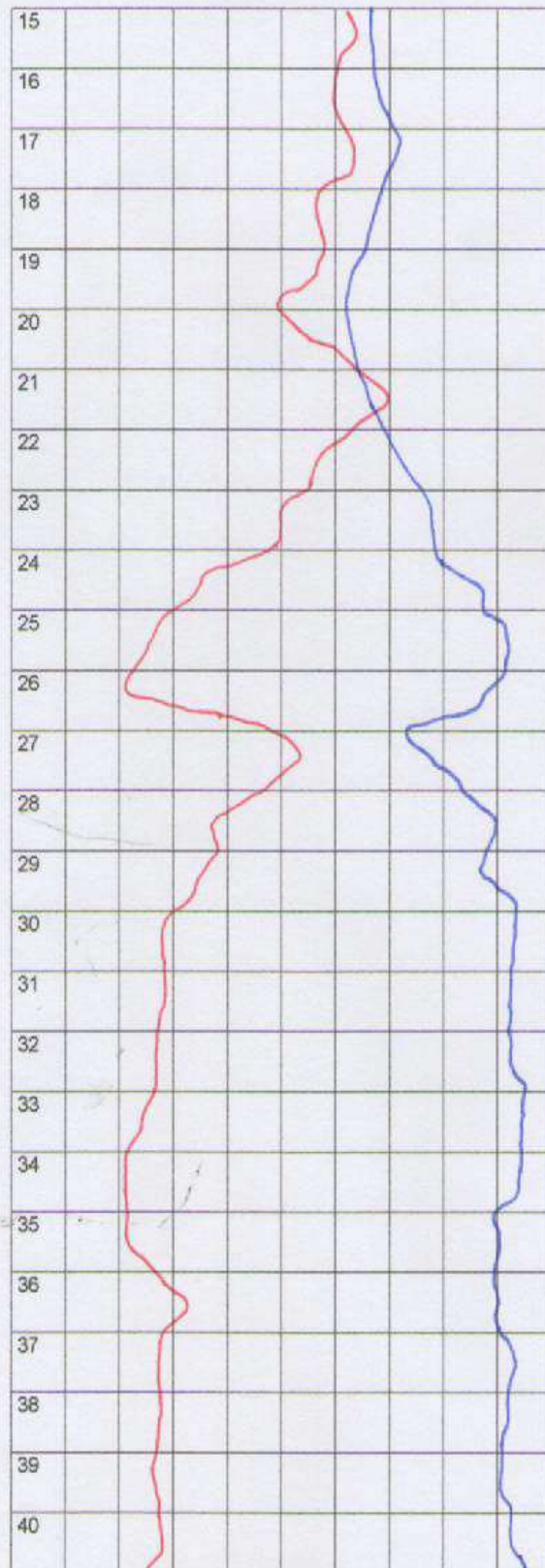


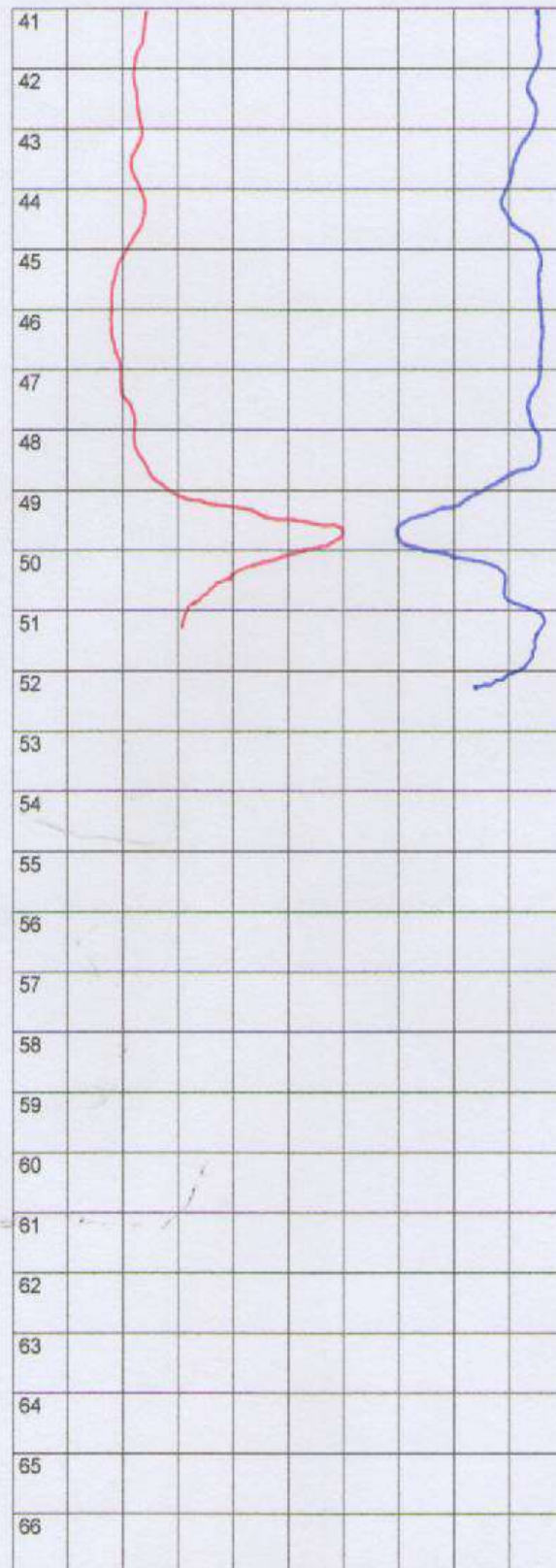
ANEXO 5

PERFILAJE GEOFÍSICO DE POZO

FECHA: 22/1/2014 – PARQUE SARMIENTO – CABA
Emp. Perforadora: FERRARI Perforó: 54 m Perfilado: 53 m
Escala Resistividad: 10 Ohms/div
Escala Gamma: 5 cps/div
Escala Potencial Espontáneo: 5 mV/div (-)
Escala vertical: 1:100
Operador Perfilaje: Lic. ADRIAN WERNER









ANEXO 6

PROTOCOLOS DE LABORATORIO