



Estudios de Suelos

Características generales

Los suelos de la Provincia de Misiones se encuadran dentro de la categoría general de suelos de regiones cálidas. Si bien esta denominación admite diferentes tipos y variaciones, en ellos existe un cierto número de características comunes:

- La alteración de minerales primarios es más intensa que en el clima templado y se ejerce a una mayor profundidad. La meteorización predominante es de tipo químico y hay una transformación rápida de los minerales primarios con producción de minerales secundarios.
- En general los productos de la meteorización química se pueden dividir en tres clases: productos más o menos solubles que son eliminados del perfil (K, Ca, Na, SiO₂); geles coloidales (hematita, bauxita, etc.) y minerales de arcilla.
- La materia orgánica permanece en superficie y salvo excepciones, sufre una evolución muy rápida (debido a las altas temperaturas).
- Existe una importante neoformación de arcillas que, según la acidez y la riqueza en cationes del medio, pueden ser diferentes (caolinitas, esmectitas, etc.).

Estas características en Misiones han tomado la forma predominante de suelos de color rojo, con baja saturación y ácidos, donde la materia orgánica que se acumula es escasa porque sufre una mineralización rápida, y donde pueden aparecer costras limolíticas conocidas en la zona con el nombre de tacurú.

La fertilidad de estos suelos es de carácter media a baja y en condiciones naturales, los más fértiles presentan carencia, principalmente, de fósforo y potasio (Gross Braun, 1979).

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Los antecedentes locales consultados a los fines de la caracterización de este recurso poseen diferencias tanto a nivel de escala como a tipo taxonómico utilizado.

El más antiguo a escala provincial es el Informe Edafológico elaborado por C.A.R.T.A (1964), al que posteriormente se suman los trabajos realizados por Gross Braun (1979); por el INTA (1986); y el Mapa de Suelos (1989), publicado en el Atlas de Suelos de la República Argentina.

En todos los casos, los trabajos se han realizado sobre la base de levantamientos a nivel de reconocimiento, razón por la cual la información que contienen puede resultar insuficiente para la planificación del uso y manejo a nivel de predio.

Existen informes técnicos que contienen los resultados de trabajos de campo y gabinete que ayudarán a desarrollar un Estudio de Suelos en la localidad de Apóstoles, destinado a la concreción del Proyecto Sistema Desagües Cloacales.

Los mismos fueron ejecutados en oportunidad de la ejecución de los trabajos en el microcentro y en las cañerías de impulsión y planta de tratamiento, luego se realizaron sondeos complementarios con el mismo criterio de prospección de los suelos

El objetivo de dicho estudio es el de conocer en detalle la estratigrafía de los suelos subyacentes con el multipropósito para poder evaluar, por un lado los costos de excavación y respectivos empujes en la traza de los colectores principales y la cañería de impulsión, por otra parte conocer las condiciones geomecánicas de los suelos donde se asentaran las estructuras tanto de la estación elevadora como las estructuras de la planta depuradora y finalmente determinar las condiciones de permeabilidad del sustrato en el emplazamiento de las futuras lagunas de tratamiento.



a. Trabajos de Campo

Las tareas de campo que se desarrollaron son las siguientes:

En donde se ubican los colectores principales de la cloaca se procedió a la ejecución de sondeos manuales, acordando un plan de trabajo predeterminado por el Proyectista consistente en perforaciones a lo largo de la traza.

Dichas perforaciones alcanzaron una profundidad máxima variable de acuerdo a las estimaciones de la excavación para el empotramiento de la cañería, o en su defecto, el techo de roca, obteniéndose muestras cada 0,50 m. de profundidad o cambio estratigráfico en aquellos lugares significativos, en los demás solo se realizaron prospecciones de suelos.

Sobre todas las muestras así obtenidas se efectuaron en campaña el correspondiente reconocimiento tacto-visual. El nivel de las capas freáticas se midieron en donde pueda ser observada antes de alcanzar la profundidad máxima.

b. Ensayos de laboratorio

Las muestras de campaña obtenidas en las perforaciones estándar y el sacamuestra Shelby se analizaron en laboratorio de suelos para efectuar sobre algunas muestras los siguientes ensayos:

- Determinación de humedad natural.



- Determinación de límite líquido y límite plástico, por diferencia índice de plasticidad.
- Determinación de la fracción pasante por tamiz número 200 (74 micrones).
- Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) desarrollado por Casagrande.
- Determinación de la cohesión (C) y el ángulo de fricción interna (ϕ) por medio de los ensayos triaxiales, no consolidados en condiciones de drenaje impedido, en algunas probetas donde la calidad de las muestras lo permitan.

c. Trabajos de Gabinete

Con las descripciones de los perfiles estratigráficos, el reconocimiento superficial de la zona de los trabajos, el resultado de los ensayos de campaña y laboratorio y la cartografía básica se procedió a la confección de un informe acompañado por croquis donde se indica el sitio de las intervenciones, los correspondientes perfiles estratigráficos, junto con los ensayos de campo y laboratorio.

d. Estratigrafía

La secuencia estratigráfica detectada con el estudio ejecutado se integrará de abajo hacia arriba de la siguiente forma:



d.1 Unidades Roca

d.1.1. Basaltos

En sus diferentes variedades se encuentra subyaciendo todo el subsuelo de la provincia de Misiones y en la zona de estudio particularmente se manifiesta generalmente como alterado aflorando ocasionalmente, como ocurre en algunas zonas a lo largo de la traza y en la parte baja del predio destinado a las lagunas que se describen por separado.

Las unidades roca reconocidas en superficie pueden ser, Basalto Denso Gris, alterado y fracturado en la traza y Basalto Morado Moteado, muy alterado a alterado y fracturado y Basalto Alveolar.

En una parte de las perforaciones, cuando el rechazo de la herramienta de perforación se produce a escasa profundidad, se puede asumir, a efectos prácticos de los costos de excavación, estar en presencia de esta unidad-roca.

d.2. Unidades de Transición Suelo-Roca

Saprolito

Como se indica, conforma una zona de transición que se ubica encima de la entidad rocosa y es consecuencia de la meteorización química por circulación de agua



de infiltración en condiciones térmicas apropiadas; sus características macroscópicas están vinculadas muy estrechamente con esa variedad basáltica infrayacente.

Presenta propiedades interporales de los suelos y las estructuras intactas de la roca madre a expensa de la cual se formó, como planos de diaclasas y fracturas. Es un suelo joven en etapa de evolución hacia los suelos rojos suprayacentes.

Muy frecuentemente se integra con arcillas limosas de colores amarillentos, rojizos y grises con intercalaciones ocasionales de litorelictos de distintas coloraciones, pero predominantemente rojo-amarillento e incluso oscuros, alterados a muy alterados, tamaño grava y arena, generalmente redondeados con escasos angulosos, se observan planos de fractura de color negro con aureolas más claras.

Cuando la roca infrayacente corresponde a un Basalto Morado Moteado el horizonte saprolítico asume una coloración rojiza morada y la motas arcillosas son de color claro a celeste, como se observó en las perforaciones.

Una parte de los rechazos de la herramienta manual de perforación, señalados en los perfiles individuales adjuntos, también se producen en este material, sobre todo cuando la presencia de grava de basalto alterado y muy alterado es abundante, preanunciando la cercanía de la roca madre, en una suerte de transición saprolito-basalto alterado.

d.3. Suelos Rojos

Es, junto con el saprolito en general son de tipo laterítico, que representa el estadio maduro final de la meteorización total de los basaltos, en condiciones de humedad y temperatura apropiadas y su localización se remite a zonas relativamente



planas y elevadas, mientras que los suelos rojos transportados, de menor magnitud en este estudio, ocupan las depresiones.

Ambos se integran por limos arcillosos de mediana a baja plasticidad, diferente humedad natural, con presencia de nódulos negros pequeños muy duros y bien redondeados y en algunos casos pequeños cristales primarios residuales de cuarzo.

d.4. Suelos grises

Generalmente limitados tanto a borde de cuenca de cursos de agua, los mas claros llegando a formar verdaderos horizontes poco extendidos con intercalaciones ocasionales de distintos materiales de arrastre, o a bajos parcialmente drenados, los más oscuros y en algunos casos con olor fétido por presencia de materia orgánica.

Son arcillas muy plásticas, húmedas y como se indicó de color gris claro hasta brillante o más oscuro en estado natural y secos pasan a un pardo sucio. Otro material cohesivo de color gris, es el que se relaciona con la meteorización de los basaltos pero que aceptan una génesis diferente; se presentan en horizontes lenticulares pequeños de arcillas plásticas de esa coloración y para genéticamente acompañados por los productos de alteración mencionados.

d.5. Relleno artificial

Estos reflejados en algunos sondeos por la presencia de materiales de naturaleza y grado de compactación diferentes, pudiendo alcanzar hasta el primer metro de profundidad, enmascarando parcialmente el material subyacente.



e. Nivel Freático

En algunas perforaciones se alcanzará el nivel de la capa libre cuya la profundidad se indicará convenientemente en cada perfil individual.

f. Ensayos de Penetración Estándar

Se ejecutaron ensayos de penetración estándar hasta los -2,00 m. de profundidad que corresponde a la cota de excavación y cuyas planillas se adjuntan.

Se destaca que en el emplazamientos de las estaciones elevadoras, ubicadas en las inmediaciones de arroyos, la roca se encuentra aflorando por lo tanto el alcance de los trabajos se cree suficiente con esta descripción.

Las perforaciones indican el siguiente perfil estratigráfico de abajo hacia arriba:

Basalto Gris: Alterado y fresco con el sonido característico del rebote de la herramienta de perforación.

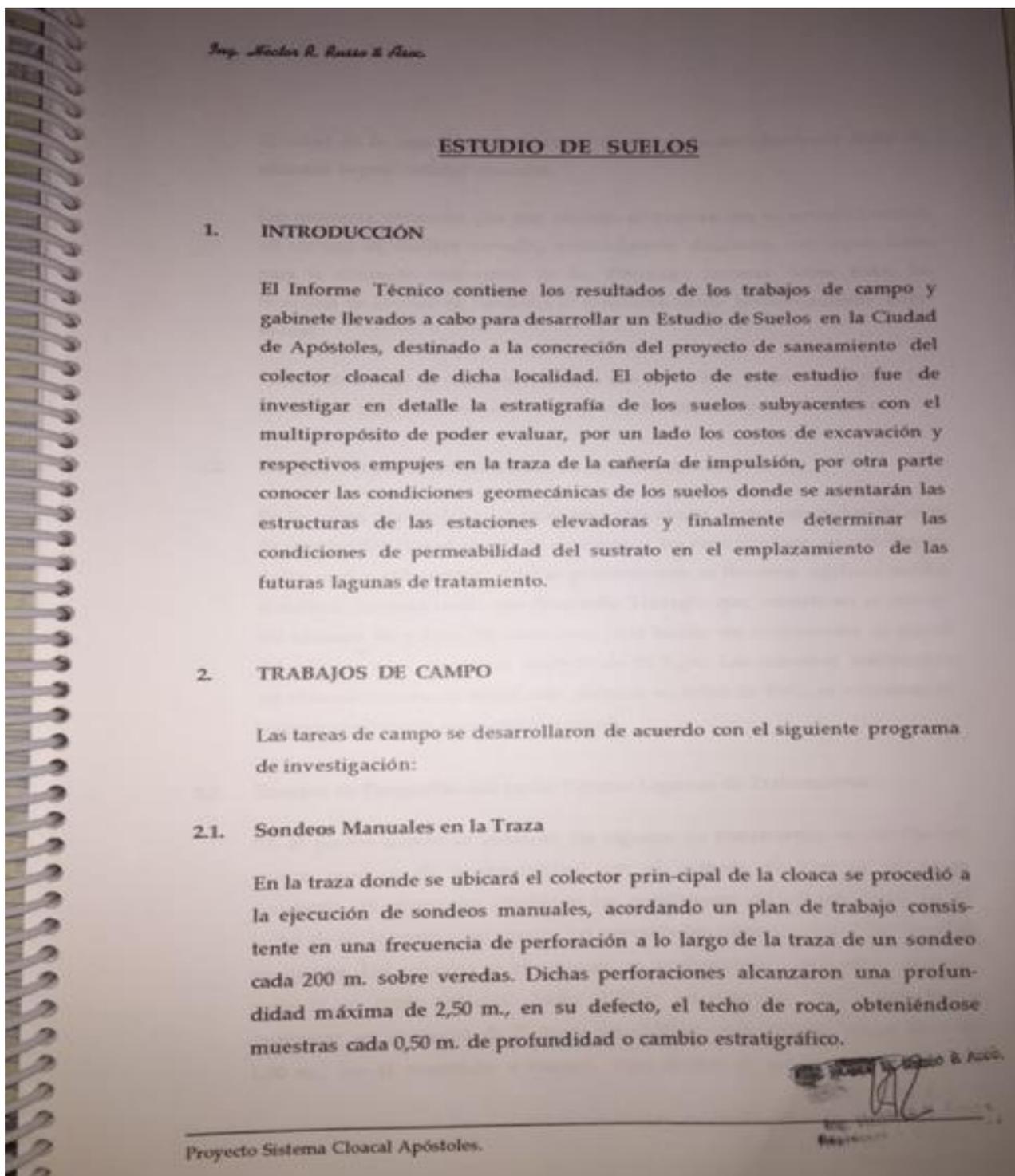
Saprolito: Se integra por arena arcillosa y arcillo arenoso, de acuerdo a la profundidad, rojiza a morada en el techo a mas amarillenta.

Grava de basalto angulosa alterada a poco alterada de diversas coloraciones y proporciones a lo largo del tramo.

Limo Arcilloso Residual Castaño Rojizo: Relativamente blando en el piso, húmedo y con mediana plasticidad.



La síntesis de los resultados obtenidos en los ensayos de penetración, asociados al perfil estratigráfico descriptos se expondrán como se indican a continuación:



Ing. Aída R. Russo & Asoc.

El nivel de la capa freática se midió donde pudo ser observada antes de alcanzar la profundidad máxima.

Las muestras obtenidas por este método de perforación se acondicionaron en cajones de madera cerrados, especialmente diseñados con separadores para la ubicación individual de las diferentes carreras. Sobre todas las muestras se efectuó en campaña el correspondiente reconocimiento tacto-visual.

La cantidad final de sondeos manuales fue de treinta y cinco y el plan fue trazado en base a las necesidades de proyecto aportado por el Comitente.

2.2. Ensayos de Penetración Estándar en la Estaciones Elevadoras:

En los sitios destinados a las estaciones elevadoras se efectuaron los ensayos de penetración con el objeto de determinar las características geomecánicas de los suelos subyacentes. Dichas perforaciones se llevaron adelante según el método estandarizado que desarrollo Terzaghi que consiste en el conteo del número de golpes (N) necesarios para hincar un sacamuestra de pared delgada con una energía de impacto de 49 Kgm. Las muestras inalteradas así obtenidas, convenientemente aisladas en tubos de PVC, se enviaron al laboratorio para los respectivos análisis.

2.3. Ensayos de Permeabilidad en las Futuras Lagunas de Tratamiento:

En el predio donde se ubicarán las lagunas de tratamiento se efectuaron cuatro ensayos de permeabilidad por el método de Lefranc de carga constante. El objeto fue establecer las condiciones de estanqueidad en el lecho de las lagunas y así prever las necesidades constructivas a ser tenidas en cuenta. Los ensayos se ejecutaron en perforaciones manuales encamisadas (y por ende aisladas) hasta -2,00 m. en diámetro de 3", para luego continuar en diámetro de 2" hasta los -3,00 m., este último tramo libre de 1,00 m., fue el sometido a ensayo. Para efectar el mismo, se utilizó un



Ing. Néstor R. Russo & Asoci.

tanque de 200 l. especialmente diseñado en cuya salida inferior, de diámetro de 1", se acondicionó un caudalímetro de precisión.

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras de campaña obtenidas en las perforaciones estándar se destinaron al laboratorio de suelos para efectuar sobre ellas los siguientes ensayos :

- Determinación de humedad natural.
- Determinación de limite liquido y limite plástico, por diferencia índice de plasticidad.
- Determinación de la fracción pasante por tamiz número 200 (74 micrones).
- Clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) desarrollado por Casagrande.

4. TRABAJOS DE GABINETE

Con las descripciones de los perfiles estratigráficos, el reconocimiento superficial de la zona de los trabajos, el resultado de los ensayos de campaña y laboratorio y la cartografía básica producida con los trabajos de agrimensura, se procedió a la confección del presente informe que es acompañado por un mapa donde se indica el sitio de las intervenciones, los correspondientes perfiles estratigráficos, junto con los ensayos de campo y laboratorio.

5. ESTRATIGRAFÍA

La secuencia estratigráfica detectada con el estudio ejecutado se integra de abajo hacia arriba de la siguiente forma:

Ing. Víctor R. Russo & Asoc.

5.1. Unidades Roca:

5.1.1. **Basaltos:** En sus diferentes variedades se encuentra subyaciendo todo el subsuelo de la Provincia de Misiones y en la zona de estudio particularmente se manifiesta generalmente como alterado aflorando muy ocasionalmente, como ocurre en algunas zonas a lo largo de la traza y en la parte baja del predio destinado a las lagunas. Las unidades roca reconocidas en superficie fueron, Basalto Denso Gris, alterado y fracturado en la traza y Basalto Morado Moteado, muy alterado a alterado y fracturado, en las lagunas, esta última variedad también se detectó alcanzando la profundidad final de algunos sondeos de la traza.

En una parte de las perforaciones, cuando el rechazo de la herramienta de perforación se produce a escasa profundidad, se puede asumir, a efectos prácticos de los costos de excavación, estar en presencia de esta unidad-roca.

5.2. Unidades de Transición Suelo-Roca:

5.2.1 **Saprolito:** Como se indica, conforma una zona de transición que se ubica encima de la entidad rocosa y es consecuencia de la meteorización química por circulación de agua de infiltración en condiciones térmicas apropiadas; sus características macroscópicas están vinculadas muy estrechamente con esa variedad basáltica infrayacente. Presenta propiedades interporales de los suelos y las estructuras intactas de la roca madre a expensa de la cual se formó, como planos de diaclasas y fracturas. Es un suelo joven en etapa de evolución hacia los suelos rojos suprayacentes. Muy frecuentemente se integra con arcillas limosas de colores amarillentos, rojizos y grises con intercalaciones ocasionales de litorelictos de distintas coloraciones, pero predominantemente rojo-amarillento e incluso oscuros, alterados a muy alterados, tamaño grava y arena, generalmente redondeados con escasos angulosos, se observan planos de fractura de color negro con aureolas más claras. Cuando la roca infrayacente corresponde a un basalto morado

WZ

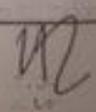
Ing. Aníbal R. Ruano & Asoc.

moteado el horizonte saprolítico asume una coloración rojiza morada y la motas arcillosas son de color claro a celeste, como se observó en las perforaciones de la terraza intermedia destinada a la ubicación de parte de las lagunas.

Una parte de los rechazos de la herramienta manual de perforación, señalados en los perfiles individuales adjuntos, también se producen en este material, sobre todo cuando la presencia de grava de basalto alterado y muy alterado es abundante, preanunciando la cercanía de la roca madre, en una suerte de transición saprolito-basalto alterado.

5.3. Unidades Suelo:

- 5.3.1 Suelos Rojos: Es, junto con el saprolito, uno de los materiales más abundante encontrado en este estudio, en general son de tipo laterítico, que representa el estadio maduro final de la meteorización total de los basaltos, en condiciones de humedad y temperatura apropiadas y su localización se remite a zonas relativamente planas y elevadas, mientras que los suelos rojos transportados, de menor magnitud en este estudio, ocupan las depresiones. Ambos se integran por limos arcillosos de mediana a baja plasticidad, diferente humedad natural, con presencia de nódulos negros pequeños muy duros y bien redondeados y en algunos casos pequeños cristales primarios residuales de cuarzo. Puede detectarse en el piso de este horizonte escasa grava de basalto alterado.
- 5.3.2 Suelos grises: Descriptos también en el presente trabajo y generalmente limitados tanto a borde de cuenca de cursos de agua, los más claros llegando a formar verdaderos horizontes poco extendidos con intercalaciones ocasionales de distintos materiales de arrastre, o a bajos parcialmente drenados, los más oscuros y en algunos casos con olor fétido por presencia de materia orgánica. Son arcillas muy plásticas, húmedas y como se indicó de color gris claro hasta brillante o más oscuro en estado natural y secos



Ing. Néstor R. Russo & Asoc.

pasan a un pardo sucio. Otro material cohesivo de color gris, es el que se relaciona con la meteorización de los basaltos pero que aceptan una génesis diferente y fueron detectados en menor cantidad; se presentan en horizontes lenticulares pequeños de arcillas plásticas de esa coloración y paragenéticamente acompañados por los productos de alteración ya mencionados.

Generalmente estos cohesivos también se asocian a ambientes de mezcla interdigitándose con materiales de distinta granulometría y naturaleza, como es el caso de la zona baja explorada con el sondeo P-30, a lo largo de la traza de la cañería de impulsión.

5.4. Relleno artificial:

Los trabajos de estudio se ejecutaron en una trama urbana con desniveles, incluso dentro de una misma unidad urbana, que constructivamente han originado cortes y rellenos de magnitud, reflejados en algunos sondeos por la presencia de materiales de naturaleza y grado de compactación diferentes, pudiendo alcanzar hasta el primer metro de profundidad, enmascarando parcialmente el material subyacente.

6. NIVEL FREÁTICO

En algunas perforaciones se alcanzó el nivel de la capa libre cuya la profundidad se indica convenientemente en cada perfil individual.

7. ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR

Como se mencionó más adelante en las estaciones elevadoras se ejecutaron los ensayos de penetración estándar cuyas planillas se adjuntan. De los tres sondeos programados, debido a las condiciones de accesibilidad, se pudie-

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOCALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Hector R. Russo & Asoc.

ron realizar dos, que corresponden a las estaciones elevadoras números 2 y 3, mientras que en la estación elevadora número 1, la investigación se efectuó con barreno manual.

Se destaca que en los emplazamientos el techo de roca se ubica muy próximo, e incluso por encima, de la cota de fundación de la cámara de carga, por lo tanto el alcance de los trabajos se cree suficiente para el caso de la estación N° 1.

La síntesis de los resultados obtenidos en estos ensayos se exponen a continuación:

Estación Elevadora N° 1: Ubicada al final de la calle Zubryzchi, en las inmediaciones de un pequeño curso de agua en cuyo cauce se observa la presencia de roca. La prospección se efectuó con una perforación ejecutada con barreno manual y el perfil detectado se integra de abajo hacia arriba por: Basalto alterado de diferentes coloraciones tamaño grava produciéndose el rechazo de la herramienta a -2,74 m. de profundidad.

Arcillas muy plásticas (MH) de colores celestes cuando húmedas a castaño oscuro, con materia orgánica y en algún tramo con olor fétido. Muy húmedas y blandas. Se ubican entre -2,50 m. y -1,20 m. de profundidad.

Limo arcilloso castaño rojizo oscuro (ML), entre -1,20 m. y 0,00 m. de profundidad, húmedo y poco plástico, cambiando hacia la base a mas húmedo hasta saturado, blando y con escasas intercalaciones amarillentas. El nivel de la capa freática fue medido a los -0,90 m. de profundidad.

- Estación Elevadora N° 2: Ubicada en una zona de bajos inundables y con una estratigrafía (Sondeo SPT-3) absolutamente acorde a tal situación, conformada por arcillas grises oscuras a celestes (MH) cuando mantienen su humedad natural, secas son pardo grisácea, muy plásticas, con abundante materia orgánica e intercalaciones amarillo rojizas, castañas y rojo ladrillo, nódulos negros blandos, el conjunto responde a un ambiente de

Proyecto Sistema Cloacal Apóstoles.

Ing. HECTOR R. RUSSO
Represent. Leg.

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOCALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Andrés R. Russo & Asoc.

mezcla. Se produce el rebote de la herramienta de perforación a los -3,30 m., que, por las características de dicho rebote y por extraerse la zapata con su ángulo de corte destruido, puede inferirse que se trata de una roca relativamente densa a masiva. De forma orientativa la resistencia de los suelos por encima de este rechazo en base al N pueden ser agrupadas en base a la profundidad de la siguiente manera:

PROFUNDIDAD	RESISTENCIA
0,00 a 1,35 m.	Blanda.
1,00 a 3,15 m.	Media.

(Terzagui y Peck, 1948)

Estación Elevadora N° 3: Ubicada en las inmediaciones de una laguna de tratamiento de efluentes que corresponde al complejo de viviendas Dr. H. Illia, próximo a la ruta. La secuencia estratigráfica (Sondeo SPT-2) se conforma de abajo hacia arriba con el rechazo de la herramienta de perforación a la profundidad de -3,37 m. que igualmente, por las características del golpe, se estaría en presencia de basalto masivo. Por encima de este rechazo, el horizonte entre -0,45 m. y -3,15 m. de profundidad, pertenece a una arcilla celeste a gris (CL), muy plástica, con intercalaciones de arcilla plástica amarillenta que desaparecen en la base, todo el conjunto muy húmedo y blando. Abundante grava de basalto alterado a lo largo de todo el horizonte, de colores oscuro, amarillento y rojizo. En los niveles superiores concreciones de hierro redondeadas. Presencia de materia orgánica. Finalmente entre 0,00 m. y -0,45 m. limo arcilloso (MH) castaño rojizo oscuro, con escasas lentes de color gris, nódulos negros blandos de materia orgánica. Igualmente que en el caso anterior de forma orientativa la resistencia de los suelos en base a los N pueden agruparse de la siguiente forma;

PROFUNDIDAD	RESISTENCIA
0,00 a 0,45 m.	Media.
0,45 a 0,90 m.	Muy blanda.
0,90 a 1,80 m.	Blanda.
1,80 a 3,37 m.	Media.

7.1. Recomendaciones para la Fundación

A manera de síntesis se menciona que en las tres estaciones elevadoras se alcanzó el rechazo y es de esperar que el techo de roca, durante la excavación, se encuentre por encima de la solera de fundación de la base de la cámara de carga, en estas condiciones las tensiones admiten valores mínimos de $4,00 \text{ Kg/cm}^2$, si la roca alcanzada con la excavación se describe como alterada, pero estos guarismos recomendados podrán alcanzar, conservadoramente en el cálculo, hasta $10,0 \text{ Kg/cm}^2$, en el caso de estar en presencia de basalto fresco masivo, como se presume en las estaciones elevadoras N° 2 y N° 3. En las tres estaciones elevadoras la determinación del tipo de roca subyacente deberá ser verificado finalizada la excavación, mientras que la profundidad de la misma, en los tres casos, debe alcanzar a la roca basáltica debido a la baja calidad de los materiales estudiados por encima de la misma.

8. ENSAYOS DE PERMEABILIDAD

Como ya se indicó, se efectuaron los ensayos de permeabilidad tipo Lefranc de carga constante en la zona donde se ubicarán las lagunas de tratamiento. La disposición de las perforaciones destinadas a esta tarea fue de dos por "terracea", denominándose así a los tres niveles topográficamente aterra-zados encontrados en el predio, producto de un banqueo efectuado para la

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOCALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Alicia R. Russo & Asoc.

extracción de suelo utilizado como materia prima para la elaboración de sulfato de aluminio.

Los sondeos L-1 y L-2 y sus correspondientes ensayos se efectuaron en la terraza superior mientras que los sondeos L-3 y L-4, con sus ensayos, se ejecutaron en la terraza intermedia. No se pudo acceder a la terraza inferior, próxima al curso de agua.

El resultado obtenidos muestran los siguientes valores de permeabilidad;

- Muy similares en los suelos de las perforaciones L-1 y L-4 con valores de $k = 6,70$ a $6,05 \times 10^{-5}$ cm/seg. respectivamente.
- La permeabilidad del suelo de la perforación L-2 es de $k = 7,28 \times 10^{-3}$ cm/seg., registrándose ingresos por encima de la capacidad de aforo, no pudiendo alcanzarse el nivel constante de carga del ensayos y las tomas excedieron ampliamente los 13 lt/min.
- Finalmente en el suelo ensayado en el sondeo L-3 permitió registrar un valor de permeabilidad bajo de $k = 4,65 \times 10^{-5}$ cm/seg.

La estratigrafía descrita en las perforaciones es muy homogénea en la terraza superior (sondeos L-1 y L-2) y se integra con limos arcillosos castaño rojizos oscuros que pasan a mas claro en profundidad, blandos, la humedad aumenta también en profundidad, poco plásticos y escasos nódulos negros duros. En el sondeos L-2 a -1,70 m. se advierte que el mismo material se comporta mucho más blando y la herramienta de perforación se hunde con facilidad.

En la terraza intermedia hay un cambio en la estratigrafía por el efecto de la proximidad del techo de roca, que incluso aflora en algunos sitios bajo la forma de Basalto Morado moteado muy alterado a alterado. La secuencia se integra de abajo hacia arriba por limos arcillosos castaños a morados, poco a nada plásticos, húmedos, con motas celestes orientadas en lentes, intercalaciones amarillentas, rojo ladrillo abundante y negras. Este horizonte en el sondeo L-3 se ubica a los -1,80 m. de profundidad, mientras que en el

Ing. Héctor B. Russo & Asoc.

sondeo L-4, se encuentra a -0,60 m. de profundidad y en ambos casos se extiende hasta el final de la perforación, destacándose que entre ambas prospecciones no hay un desnivel topográfico importante. Esta diferencia esta gobernada por la proximidad al sondeo L-4 del afloramiento de Basalto Moteado. Por encima del horizonte saprolítico en ambos casos, hasta el nivel de terreno natural, la secuencia se completa con limos arcillosos castaños rojizos a morados, poco húmedos y poco plásticos.

Finalmente se menciona que los suelos rojos de las dos terrazas no son similares, mientras que los de la superior son castaños rojizos, los de la terraza inferior pasan notoriamente a morados con intercalaciones rojo ladrillo y blanquecinas subordinadas.

8.1. Conclusiones

Si bien el tipo de ensayo es de carácter puntual, los valores obtenidos permite indicar de forma orientativa que en los suelos estudiados la permeabilidad se ubica entre baja a muy baja (Terzaghi y Peck, 1967).

La permeabilidad obtenida en los sondeos L-1 y L-4, es característica de los suelos rojos o de los horizontes saprolíticos

La permeabilidad registrada en el sondeo L-2, en base a la experiencia en este tipo de ensayos, puede considerarse más elevada que los valores normales que se miden en los suelos rojos.

9. RECOMENDACIONES GENERALES PARA LA EXCAVACIÓN

En el presente trabajo con toda información levantada se aborda a continuación una breve clasificación de los suelos sobre la base de la factibilidad metodológica de ser excavado :

Ing. Andrés R. Rosas & Asoc.

9.1. Suelos Excavables Manualmente (o con Retroexcavadora)

En esta denominación se incluyen la totalidad de los suelos rojos, las arcillas grises, los rellenos artificiales y buena parte del techo del saprolito superficial. El uso de uno u otro método es una opción constructiva.

9.2. Suelos Excavables Solamente con Retroexcavadora

Se incluye solamente el saprolito profundo, próximo al techo de roca, cuya remoción puede también lograrse con barreta. Es de mencionar que las empresas constructoras usan retroexcavadora para la apertura de zanjas en algún tipo de basalto alterado blando localmente denominado "tosca".

9.3. Horizontes Excavables con Explosivos

Están referidos a la presencia de rocas frescas o medianamente alteradas aflorando o muy próximas a la superficie, donde se ha detectado el rechazo de la herramienta de perforación a escasa profundidad.

10. RECOMENDACIONES LOCALIZADAS PARA LA EXCAVACIÓN

Tomando como progresiva de partida la estación de tratamiento, utilizando el concepto desarrollado en la descripción del punto anterior, junto con el mapa de ubicación de la perforaciones, la visualización de los perfiles adjuntos y sobre la base que la profundidad de las zanjas donde se emplazará la cañería de impulsión será de 2,50 m., es factible poder estimar la magnitud de los tipos de excavación esperados en la traza que a continuación se detallan:

Desde el predio donde se ubicarán las futuras lagunas de tratamiento hasta la perforación P-31, la excavación se podrá realizar manualmente. Entre



PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Hector R. Russo & Asoc.

esta última y la perforación que le sigue P-30, se deberá utilizar una retro en el tramo final.

Entre los sondeos P-29 y P-15 se podrá excavar manualmente.

En parte de la calle Diego Alfano, iniciando en el sondeo P-14, el quiebre del emplazamiento por la Av. San Martín, su continuación por la calle Pueyrredón, el nuevo quiebre en la Av. Sarmiento, hasta el sondeo P-5, la excavación debería ser programada con una combinación entre retroexcavadora con voladura en algún caso (sondeos P-14, P-11 y P-6). Por la Av. Ucrania hasta más allá de la Av. Polonia, el método de excavación será manual.

En la continuación de la Av. de los Primeros Colonos, a partir del sondeo P-18, pasando el sondeo P-20, se debe utilizar voladuras debido a que la roca se encuentra próxima a la superficie o directamente aflorando.

Finalmente en este sector, en la calle La Rioja, próximo a la estación elevadora N° 3, la excavación podrá ser manual.

En la calle Zubryzchi se podrá utilizar excavación manual hasta la estación elevadora N° 1.

PLANTILLAS DE LOS PERFILES
ESTRATIGRAFICOS EN LA TRAZA

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

PROYECTO		ANEXO
PROY. N°		DEPTO.
PROP. N°		CANTONAMIENTO
PROF. FINAL: 2.74 m		N.º
COTA BUCA POZ. 1		FECHA
ESTRATIGRAFIA		
PROFUNDIDAD	COTA	DESCRIPCION
0.00	1.20	* Lomo arenoso castaño oscuro húmedo, poco plástico blando, en la base intercalaciones arenosas.
1.20	1.50	* Arcilla castaño oscuro muy plástica y muy blanda con materia orgánica y olor fétido.
1.50	2.74	* Arcilla celeste a gris, muy plástica, muy blanda y se hunde el barrenado con facilidad y muy húmeda, en la base grava de basalto alterado.

Rechea de la herramienta de perforación.

PLANILLAS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR (spt)

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

ESTUDIO:			
BARRENO MANUAL : Estación Elevadora Zubreski.			ANEXO:
PAIS:	PROV.:		DEPTO:
LOCALIDAD:	PROP.:		COORDENADAS
FECHA:	PROF. FINAL: -2,74 m.		X: Y:
COTA AGUA: -0,95 m.		COTA BOCA POZO:	FECHA:
PROFUNDIDAD			ESTRATIGRAFIA
de	a	COTA	
0,00	1,20		<ul style="list-style-type: none"> • Limo arcilloso castaño rojizo oscuro, húmedo, poco plástico, blando, en la base intercalaciones amarillentas escasas.
1,20	1,50		<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla castaño oscuro muy plástica y muy húmeda con materia orgánica y olor fétido.
1,50	2,74		<ul style="list-style-type: none"> • Arcilla celeste a gris, muy plástica, muy blanda (se hunde el barreno con facilidad) y muy húmeda. en la base grava de basalto alterado. <p>Rechazo de la herramienta de perforación.</p>

Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOCALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

COMITENTE :					PERFORACION EN SUELO								
Ubicación: Apóstoles. Nivel Freatico Estabilizado: s/a. Iniciada: Terminada: Sistema de Perforación: Percusión. Diámetro de Perforación: Diámetro de Camisa: Prof. de Encamisado:					No. SPT-1.		PLANILLA:						
					Profundidad Total: 3,60 m.		HOJA: 1 DE 1.						
					Cota Terreno:								
					Cota Techo de Roca:								
					Coordenadas X:								
					Y:								
					Método de Ensayo de Penetración: SPT								
					Tipo de Sacamuestra: Terzaghi.								
					Ejecutado por:								
					Supervisado por: Lic. Roberto Longarzo.								
P R O F U N D I D A D m.	Niveles de Agua				Ensayo de Penetración					Muestreo			
	Fecha	Hora	N.A.	Prof.Perf.	Prof.Camisa	Profundidad (m.)		Número de Golpes			I N D I C E	P R O F U N D I D A D m.	No. de M u e s t r a
						DE	A	0 ↓ 15	15 ↓ 30	30 ↓ 45			
DESCRIPCION DE LA MUESTRA													
						0,00	0,45	—	—	—	2		B-1
						0,45	0,90	1	2	2	4		B-2
						0,90	1,35	2	2	2	4		B-3
						1,35	1,80	2	2	3	5		B-4
						1,80	2,25	3	3	3	6		B-5
						2,25	2,70	3	4	3	7		B-6
						2,70	3,15	3	4	4	8		B-7
						3,15	3,60	5	REBOTE EN ROCA.				B-8
OBSERVACIONES:													

Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

Ing. HECTOR R. RUSSO
Represent. Legal y Técnico

Proyecto Sistema Cloacal Apóstoles.

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

COMITENTE :					PERFORACION EN SUELO								
Ubicación: Apóstoles. Nivel Freático Estabilizado: s/a. Iniciada: Terminada: Sistema de Perforación: Percusión. Diámetro de Perforación: Diámetro de Camisa: Prof. de Encamisado:					No. SPT-2.			PLANILLA:					
					Profundidad Total: 3,37 m.			HOJA: 1 DE 1.					
					Cota Terreno:			Cota Techo de Roca:					
					Coordenadas X:			Y:					
					Método de Ensayo de Penetración: SPT			Tipo de Sacamuestra: Terzaghi.					
					Ejecutado por:			Supervisado por: Lic. Roberto Longarzo.					
P R O F U N D I D A D m.	Niveles de Agua				Ensayo de Penetración					Muestreo			
	Fecha	Hora	N.A.	Prof.Perf.	Prof.Camisa	Profundidad (m.)		Número de Golpes			I N D I C E	P R O F U N D I D A D m.	No. de Mue s t r a
						DE	A	0 ↓ 15	15 ↓ 30	30 ↓ 45			
DESCRIPCION DE LA MUESTRA													
	0,00 m. Limo arcilloso castaño rojizo oscuro, escasas vetas de color gris claro. Nódulos negros de materia orgánica.				0,00	0,45	2	3	3	6			B-1
					0,45	0,90	1	1	1	2			B-2
	-0,90 m. Intercalaciones del horizonte anterior y arcilla celeste y amarilla muy plásticas, grava de basalto alterado y concreciones de hierro muy abundantes y redondeadas. Húmedo y blando. Hacia la base aumenta grava.				0,90	1,35	1	2	2	4			
					1,35	1,80	2	1	2	3			B-3
					1,80	2,25	2	3	3	6			B-4
					2,25	2,70	3	3	3	6			B-5
	-3,37 m. Rechazo en roca.				2,70	3,15	4	4	4	8			B-6
					3,15	3,37	13	10	REBOTE EN ROCA.				
OBSERVACIONES:													

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOCALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

**PLANILLAS CON LOS RESULTADOS DE
LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

Proyecto Sistema Cloacal Apóstoles.

Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

Ing. Héctor R. Russo

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



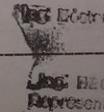
Ing. Héctor R. Russo & Asoc.

OBRA CLOACAS
Apóstoles (Pcia. de Misiones)

ENSAYOS DE CLASIFICACION S.U.C.S. Y HUMEDAD NATURAL

S.P.T. n°	Profundidad m.	Característica Material	Humedad Nat. %	Plasticidad		Granulometría					Clasificación Unificada
				L.L.	L.P.	I.P.	4	10	40	200	
P-3 (SPT)	0,00/0,45	arc.gris osc. c/nod.	50,50	63,80	40,20	23,60	100	97	95	93	M-H
	0,45/0,90	arc.gris osc. c/sap.	55,40								
	0,90/1,35	arc.gris osc. c/sap.	56,40	86,60	45,60	41,10	100	100	96	94	M-H
	1,35/1,80	arc.gris c/saprol. a.	48,50								
	1,80/2,25	arc.gris c/saprol. a.	42,10	78,90	45,40	33,50	100	100	98	96	M-H
	2,25/2,70	arc.gris claro c/sap.	44,10								
P-2 (SPT)	2,70/3,15	arc.gris c/saprol. a.	42,40								
	3,15/3,30	arc.gris c/saprol. a.	28,50	59,90	32,70	27,20	100	97	94	92	M-H
	0,00/0,45	suelo colorado	29,00	51,70	31,80	19,90	100	98	96	93	M-H
	0,45/0,90	arc.gris amarillo	36,40								
	1,35/1,80	arc.gris c/saprol. a.	36,20	64,20	30,20	34,00	100	100	99	97	C-H
	1,80/2,25	arc.gris c/saprol. a.	37,40								
P-1 (barreno)	2,25/2,70	arc.gris c/saprol. a.	34,90	60,60	28,00	32,60	99	97	95	93	C-H
	2,70/3,15	arc.gris c/saprol. a.	34,00								
	3,15/3,37	arc.gris c/motas n.	37,50	43,40	25,80	17,60	96	92	89	86	C-L
	0,40/0,50	suelo colorado	41,4								
	0,50/1,20	col. c/arc.gris	44,2	41,50	28,70	12,80	91	86	83	80	M-L
	1,50/1,60	arc.grisáceo	46,40	52,70	29,80	22,90	100	97	93	90	M-H
2,50/2,74	arc.gris c/sap.amar.	54,10	59,10	43,30	15,80	97	92	87	85	M-H	

Proyecto Sistema Cloacal Apóstoles.



Handwritten signature or initials.

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 1.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,80 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático: 0,75		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,60	1.00	0.75	- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.00	2.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.20	2.80		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura, rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 2.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,40 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático: 0,80		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,50		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,50	1.00	0,80	- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.10	2.00		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.00	2.40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 3.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,40 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	1,20		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
1,20	1,80		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1,80	2.20		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.20	2.40		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 4.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,90 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,90		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,90	1.80		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.80	2.40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.40	2.90		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 5.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,30 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,80	1.00		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.00	2.00		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.00	2.30		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 6.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,70 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,70		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,70	1.20		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.20	2.20		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.20	2.70		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 7.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 1,80 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza	
0,80	1.50		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.50	1,80		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de roca	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 8.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 3,80 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	1,10		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
1,10	2.40		- Arcilla limosa gris muy plástica	
2.40	2.90		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.90	3,40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
3,40	3.80		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 9.				CUENCA: Vicario
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,40 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,70		- Arcilla limosa rojiza	
0,70	2,10		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2,10	2.30		- Tosca muy dura	
2.30	2.40		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 10.				SONDEOS Y GEOTECNIA
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 3,20 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	1,20		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio	
1,20	1.90		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.90	3,10		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
3,10	3,20		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 11.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,90		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio	
0,90	1.80		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.80	2.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.20	2.60		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 12.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,80	1.40		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.40	2.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.20	2.40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.40	2,60		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 13.			CUENCA: Vicario	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,50 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,80	1.40		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.40	2.10		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.10	2.30		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.30	2,50		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 14.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,70		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,70	1.30		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.30	2.10		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.10	2.50		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.50	2.60		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 14.			SONDEOS Y GEOTECNIA
País: Argentina.		Provincia: Misiones.	Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas	
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,60 m	X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA
DE	A	NF	
PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 15.			SONDEOS Y GEOTECNIA
País: Argentina.		Provincia: Misiones.	Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas	
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.60 m	X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA
DE	A	NF	
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno
0,60	1.00		- Arcilla limosa gris muy plástica
1.00	2.10		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca
2.10	2.40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura
2.40	2,60		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta
PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 14.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
SONDEO de PROSPECCION N° 16.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,40 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,60		- Arcilla limosa gris muy plástica	
0,60	1.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.20	2.20		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.20	2.40		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 17.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.70 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,80	1.60		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.60	2.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.20	2.60		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.60	2,70		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 17.			SONDEOS Y GEOTECNIA
País: Argentina.		Provincia: Misiones.	Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas	
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.70 m	X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA
DE	A	NF	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 18.			CUENCA: Vicario
País: Argentina.		Provincia: Misiones.	Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas	
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,90 m	X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA
DE	A	NF	
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno
0,60	1.30		- Arcilla limosa gris muy plástica
1.30	2.30		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca
2.30	2.80		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura
2.80	2,90		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 19.			CUENCA: Vicario	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.70 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,80	1.90		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.90	2.50		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.50	2.70		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 20.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,70 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,90		- Arcilla limosa gris muy plástica	
0,90	2,30		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2,30	2.60		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.60	2.70		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 21.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,50 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,70		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,70	1.40		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.40	2.20		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.20	2.50		- Tosca muy dura. Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 22.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,70 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,60	1.30		- Arcilla limosa gris plástica	
1.30	2.20		- Arcilla gris plástica y húmeda	
2.20	2.60		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.60	2,70		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 23.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.40 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático: 0.80		Fecha: 22/05/2000
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,90	0,80	- Arcilla limosa gris muy plástica	
0,90	1.90		- Arcilla gris plástica y húmeda	
1.90	2.20		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.20	2.40		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 24.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático: 0.90		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa gris muy plástica	
0,80	1.80	0.90	- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.80	2.50		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.50	2.60		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 25.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,90		- Arcilla limosa gris muy plástica	
0,90	1.80		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.80	2.40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.40	2.60		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 26.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 0,80 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,70		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
0,70	0.80	0.75	- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION Nº 27.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2.60 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,60	1.00	0.75	- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.00	2.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.20	2.60		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura. Presencia de roca	

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 27.		SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.	Provincia: Misiones.	Progresiva:	
Localidad: Apostoles	Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas	Prof. Final: 2.60 m	X:	Y:
Cota Boca de Pozo:	Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09	
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF	
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 28.		SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.	Provincia: Misiones.	Progresiva:	
Localidad: Apostoles	Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas	Prof. Final: 1,50 m	X:	Y:
Cota Boca de Pozo:	Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09	
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF	
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno
0,60	1.00		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca
1.00	1,40		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura
1,40	1,50		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta

PLAN DIRECTOR DE SANAAMIENTO APOSTOLES			
ESTUDIO DE SUELOS			
SONDEO de PROSPECCION Nº 29.		SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.	Provincia: Misiones.	Progresiva:	
Localidad: Apostoles	Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas	Prof. Final: 2.20 m	X:	Y:
Cota Boca de Pozo:	Cota Nivel Freático:	Fecha: 16-02 al 24-02-09	
PROFUNDIDAD (m)		ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF	
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza
0,60	1.00		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca
1.00	2.10		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura
2,10	2.20		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOCALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 30.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 3,00 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,80		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,80	1.40		- Arcilla limosa gris muy plástica	
1.40	2.20		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
2.20	2.90		- Arcilla gris amarillenta, tosca muy dura	
2.90	3.00		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 31.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,50 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,70		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,70	1.00		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.00	2.20		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.20	2.50		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 32.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,90 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático: 1.30		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza con presencia de ripio, relleno	
0,60	1.10		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.10	2.70		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.70	2.90		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 33.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,80 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático: 1.80		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	0,60		- Arcilla limosa rojiza	
0,60	1.10	0.75	- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.10	2.40		- Arcilla gris amarillenta, tosca dura	
2.40	2.80		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES
1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 34.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,70 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	1,20		- Arcilla limosa gris plástica	
1,20	1.90		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.90	2.60		- Arcilla gris, tosca dura	
2.60	2.90		- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE SANAEAMIENTO APOSTOLES				
ESTUDIO DE SUELOS				
SONDEO de PROSPECCION N° 35.			SONDEOS Y GEOTECNIA	
País: Argentina.		Provincia: Misiones.		Progresiva:
Localidad: Apostoles		Perfil: Arcillas		
Diámetro: 6 pulgadas		Prof. Final: 2,50 m		X: Y:
Cota Boca de Pozo:		Cota Nivel Freático:		Fecha: 16-02 al 24-02-09
PROFUNDIDAD (m)			ESTRATIGRAFIA	
DE	A	NF		
0,00	1,20		- Arcilla limosa gris plástica	
1,20	1.90		- Arcilla gris muy plástica y húmeda, presencia de tosca	
1.90	2.50		- Arcilla gris, tosca dura	
2.50			- Presencia de roca. Rechazo de herramienta	

PLAN DIRECTOR DE DESAGÜES CLOACALES DE APÓSTOLES 1ª ETAPA. APÓSTOLES, MISIONES



Ver croquis ubicación de Prospección de suelos

Ensayos de Penetración Estándar

Se ejecutarán ensayos de penetración estándar a partir de -2,00 m. de profundidad que corresponde a la cota de excavación y cuyas planillas se adjuntarán.

Se destaca que en el emplazamientos de las estaciones elevadoras, ubicadas en las inmediaciones de arroyos, la roca se encuentra aflorando por lo tanto el alcance de los trabajos se cree suficiente con esta descripción.

Las perforaciones pueden indicar el siguiente perfil estratigráfico de abajo hacia arriba:

Basalto Gris: Alterado y fresco con el sonido característico del rebote de la herramienta de perforación.

Saprolito: Se integra por arena arcillosa y arcillo arenoso, de acuerdo a la profundidad, rojiza a morada en el techo a mas amarillenta.

Grava de basalto angulosa alterada a poco alterada de diversas coloraciones y proporciones a lo largo del tramo.



Limo Arcilloso Residual Castaño Rojizo: Relativamente blando en el piso, húmedo y con mediana plasticidad.

La síntesis de los resultados obtenidos en los ensayos de penetración, asociados al perfil estratigráfico descriptos se expondrán como se indican a continuación:

El número de golpes (N) en los suelos rojos hasta la profundidad de -2,60 m. aproximadamente ubica a la consistencia en media a semidura (Terzaghi y Peck, 1948).

Por debajo de los -2,60 m. de profundidad hay un fuerte incremento en el registro de N que alcanza un máximo de 15 en el sondeo S-1, coincidente con la penetración en el saprolito con abundante presencia de litorelictos duros de tamaño grava.

- El valor de N en ambos ensayos ubica a los horizontes estudiados en una consistencia entre media y semidura.

- En el sondeo S-1 se alcanza el rechazo de la herramienta a la profundidad de -6,35 m. con $N \geq 30$.

Se elaborarán tablas con los resultados obtenidos.

Recomendaciones para la Fundación

Cálculo: Utilizando la formula de Terzaghi para zapatas

$$\sigma = 1,3 c N_c + \gamma_h D_f N_q + 0,6 \gamma_h r N_\gamma$$

En las estaciones elevadoras la determinación del tipo de roca subyacente deberán ser verificados finalizadas la excavación debiéndose alcanzar a la roca basáltica relativamente poco alterada.



Consideraciones del Emplazamiento de la Planta de Tratamiento

Este emplazamiento se encuentra a cierta distancia del Arroyo Potrero sobre la margen izquierda. El reconocimiento superficial de la terraza alta en el sector próximo al emplazamiento, geológicamente se conforma por afloramientos de sectores de basalto con suelos colrados y toscas en forma aleatoria-

Estación Elevadora

Para las estaciones elevadoras la presencia de roca basáltica es un factor que gobierna la fundación de esta estructura.

Por lo tanto la recomendación que se deberá seguir en lo referente a la excavación será hasta alcanzar un nivel de roca poco alterado a fresco y adoptando una tensión admisible de 5,00 Kg/cm², valor que puede ser mayor dependiendo de la calidad del horizonte rocoso examinado en el lugar.

Ensayos de Permeabilidad

Se efectuaron ensayos de permeabilidad tipo Lefranc de carga constante en la zona donde se ubicarán las lagunas de tratamiento.

Recomendaciones Generales para la Excavación

A continuación una breve clasificación de los suelos sobre la base de la factibilidad metodológica de ser excavado

i.1. Suelos Excavables Manualmente (o con Retroexcavadora)

En esta denominación se incluyen la totalidad de los suelos rojos, las arcillas grises, los rellenos artificiales y buena parte del techo del saprolito superficial.

El uso de uno u otro método es una opción constructiva.



i.2. Suelos Excavables Solamente con Retroexcavadora

Se incluye solamente el saprolito profundo, próximo al techo de roca, cuya remoción puede también lograrse con barreta.

Es de mencionar que las empresas constructoras usan retroexcavadora para la apertura de zanjas en algún tipo de basalto alterado blando localmente denominado "tosca".

i.3. Horizontes Excavables con Explosivos

Están referidos a la presencia de rocas frescas o medianamente alteradas aflorando o muy próximas a la superficie, donde se ha detectado el rechazo de la herramienta de perforación a escasa profundidad.

Recomendaciones Localizadas para la Excavación

Es evidente que cuando la densidad de exploración es amplia resulta dificultoso generar una estimación acabada de las magnitudes de que permita cuantificar económicamente los montos probables.

Solamente se pueden efectuar algunas localizaciones que evidentemente presentaran dificultades en alcanzar los máximos niveles de proyecto que fueron proporcionados.

En base a la situación se elaborará un cuadro donde se mencione la viabilidad o el tipo de excavación que permita alcanzar el piso de proyecto. Cuando se indique por ejemplo "manual-voladura" significará que un tramo se podrá ejecutar manualmente (debido a la profundidad sería dificultoso el uso de retroexcavadora) y luego es muy probable que se deberá recurrir a la remoción de la roca mediante el uso de explosivos.