

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS y FUNDACIONES

2. ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS y FUNDACIONES

2.1. Introducción

Durante los días 17 al 19 de Octubre de 2006 se realizaron en **Villa Traful** los estudios GEOTECNICOS para el Proyecto de Optimización del Sistema de Agua Potable en el ejido urbano de la localidad.

Asimismo se recopilaron como antecedentes:

- ◆ Estudios de Mecánica de Suelos realizados por la Empresa Gago Tonin en el Tramo de la Ruta Provincial Nro. 65 entre el Empalme con la Ruta Nacional Nro. 237 y la Ruta Nacional Nro. 234.
- ◆ Estudio de Suelos del Valle de Traful – Provincia de Neuquen – Consejo Federal de Inversiones – Diciembre de 1988.

2.2. Objetivo de los Estudios

Los estudios realizados tuvieron la finalidad de:

- Identificar en el Area de Proyecto, las características del suelo hasta una profundidad de 3,00 por debajo del terreno natural.
- Definir sus propiedades físicas, granulometría, graduación, humedad natural, clasificación, etc.
- Realizar recomendaciones referidas al movimiento de suelos para instalación de cañerías para agua potable. (profundidad máxima recomendada, talud de las zanjas, necesidad de emplear entibado y depresión de acuíferos y recomendar la tensión y tipo de fundación de Estructuras tales como Plantas Potabilizadoras, Cisternas y estaciones de bombeo.

2.3. Descripción de los Trabajos Realizados “In Situ” y en Laboratorio.

2.3.1. Reconocimientos Visuales

La visita al área en estudio comprende el ejido urbano de Villa Traful (ver **Plano VT – S1** al final del Capítulo), en donde a simple vista puede observarse la presencia de:

“Arenas de Origen Volcánico”:

- ♦ En toda el área urbana excepción de las cercanías a los arroyos que atraviesan el ejido, denominados Blanco y Coa Co.

“Gravas y Rodados”

- ♦ En los lechos de los arroyos Blanco y Coa Co y en los cursos de agua que transcurren por el ejido.

2.3.2. Conclusiones del Relevamiento Visual

Del reconocimiento visual resulta que en la zona en estudio predominan las “arenas de origen volcánico” las cuales han sido depositadas en las etapas de vulcanismo, las que no fueron posteriormente transportadas.

Estas apoyan sobre un manto de gravas – rodados existentes en el lecho de los ríos y arroyos.

Algunas afloraciones rocosas pueden observarse fuera del ejido urbano en el área de reserva del Parque Nacional Nahuel Huapí. Es destacable que las afloraciones rocosas no fueron encontradas en coincidencia con el trazado de las calles, por donde serán instaladas las cañerías y ni donde se implantarán las Ampliaciones del Sistema de Agua Potable (Reserva de agua Cruda, Planta Potabilizadora y Estaciones de Bombeo) que conformarán el futuro sistema de agua Potable.

2.4. Recopilación de Antecedentes

Con la finalidad de recabar la información secundaria existente en la localidad y en la provincia, se recopiló la información que en adelante se detalla:

- ♦ Descripción Geológica del Parque Nacional Nahuel Huapí. Parques Nacionales
- ♦ Estudios de Mecánica de Suelos realizados por la Empresa Gago Tonin en el Tramo de la Ruta Provincial Nro. 65 entre el Empalme con la Ruta Nacional Nro. 237 y la Ruta Nacional Nro. 234.
- ♦ Estudio de Suelos del Valle de Trafal – Provincia de Neuquen – Consejo Federal de Inversiones – Diciembre de 1988.

2.4.1. Conclusiones de la Recopilación de Antecedentes

Sobre el particular destaca:

- La roca imperante en la zona pertenece a la Serie Andesítica – Principios del período terciario, la que conforma la Isla Victoria y la Península del Quettrihué. (Geología del Parque Nacional Nahuel Huapí).
- El manto de grava y bloques está conformado dentro de una matriz limo arenosa con aparición de lentes de limos arcillosos de color castaño claro.
- El suelo denominado “arena volcánica” es un suelo que arroja bajas densidades en el ensayo de compactación, altas humedades óptimas 36 al 39 % y gran absorción de agua. Peso específico seco $1,89 \text{ tn/m}^3$.

2.5. Trabajos de Campaña

Los trabajos de campaña coordinados personalmente por el Consultor, consistieron en la realización de:

- Desarrollo de 3 Calicatas a cielo abierto hasta una profundidad de 3,00 m.
- Extracción de muestras representativas del subsuelo, su identificación y almacenamiento en recipientes adecuados para mantener inalteradas sus condiciones naturales de estructura y humedad. (IRAM 10.517).
- Delimitación de la secuencia y espesor de los distintos estratos por reconocimiento tacto-visual de los suelos extraídos y de las paredes de la excavación (Norma E-3 Bureau of Reclamation).
- Ubicación del Nivel Freático.
- Realización de Ensayo de Penetración Normal (Standard Penetration Test).

2.5.1. Descripción de los Trabajos de Campaña

Estos comprendieron:

- Calicatas a Cielo Abierto
- Ensayo de Penetración Normal. (SPT)

2.5.1.1. Calicatas a Cielo Abierto

Objeto

El objeto de estos trabajos fue:

- Caracterizar el subsuelo donde se ejecutarán las ampliaciones del sistema de agua potable.
- Extraer muestras para realizar posteriormente ensayos en laboratorio y reconocer visualmente la estratigrafía.

Ubicación

La ubicación de las mismas ha sido indicada en el Plano VT - S 1 (al final de este capítulo).

Descripción de las Tareas

Para su desarrollo se trabajó con Retroexcavadora Caterpillar extrayéndose muestras cada metro de profundidad y en los cambios de características granulométricas.

En todos los casos se realizó un croquis de la excavación, se extrajeron muestras de suelo en bolsas plásticas, con la finalidad de mantener su humedad natural hasta ser transportados al laboratorio.

Del análisis visual efectuado, se desprende que el área de Villa Traful posee un suelo conocido regionalmente como “arenas de origen volcánico”, las que han sido depositadas sobre dos tipos de formaciones, la primera de ellas rocosa y la segunda conformada por gravas ubicadas preferentemente en la cercanía de los ríos y arroyos.

En las Calicatas I y II NO se encontraron gravas. Sucediéndose luego de una capa vegetal de 0,5 m arenas de color negro con capas intercaladas de arenas de color pardo.

En la Calicata III a los 3 m se encontraron Gravas.

En el corte del Talud de la Planta Potabilizadora aparecen los primeros rodados a 4 m. de profundidad

2.5.1.2. Ensayo Standar Penetration Test (SPT)

Este ensayo consiste en dejar caer una pesa de 30 Kg desde 105 cm de altura (con una energía de 49 Kgm) y contar el número de golpes hasta hincar el sacamuestra 45 cm, se descarta primeramente el número de golpes para hincar los primeros 15 cm; luego se contabilizan los golpes necesarios para hincar los otros 30 cm. (Peso y altura para sacamuestra de zapatas intercambiables Moretto).

Resultados del SPT

El número de golpes obtenidos fue el siguiente:

Número de Golpes	CALICATA I Planta Potabilizadora Existente	CALICATA II La Puntilla	CALICATA III Cisterna Alta
Prof. 1,00 m	3	8	6
Prof. 2,00 m	5	6	7

Prof. 3,00 m	14	5	> 50
--------------	----	---	------

Conclusiones del SPT

Los resultados obtenidos varían entre 3 y 14 Golpes para la Calicata I, 8 a 5 Golpes la Calicata II y de 6 a > 50 goles (Gravas) Calicata III.

En los casos en los que se encontraron gravas se suspendió el ensayo por no considerarlo representativo del comportamiento del suelo.

Partiendo de estos resultados se recomienda:

- Nueva Cisterna de agua Cruda en la actual Planta Potabilizadora “fundación directa” no debiendo superarse una tensión de 0,50 Kg/cm².
- Nueva Planta Depuradora en La Puntilla “fundación directa” no debiendo superarse una tensión de 0,50 Kg/cm². Solo en el caso de las verificaciones de cargas extraordinarias en el caso de muros de contención, podrá tolerarse una tensión máxima de verificación de 1 Kg/cm²

2.6. Descripción Macroscópica de las Muestras

El resultado de esta caracterización ha sido volcado en los Gráficos denominados CALICATA C1 / C2 y C3. (ver anexo al final del Capítulo).

En estos se indicó el espesor de cada estrato, el tipo de suelo que en todos los casos respondió a una arena de tipo volcánico y gravas.

Las características observadas a simple vista se graficaron en los croquis al final del capítulo.

En lo referente al color del suelo no existen grandes variaciones habiéndose encontrado tonalidades de arenas volcánicas pardas a negras (marrón oscuro y el marrón claro). En el caso de las gravas, la fracción de mayor tamaño es de color gris claro, correspondiendo la fina a arenas volcánicas marrones oscuras.

El suelo extraído fue en general inodoro no habiéndose encontrado óxidos en las muestras estudiadas en el laboratorio.

2.6.1. Contenido natural de humedad (Norma E-9 Bureau of Reclamation). Análisis granulométrico por tamizado (IRAM 10512/ASTM D-422).

2.6.2. Contenido natural de humedad (Norma E-9 Bureau of Reclamation).

A cada una de las muestras extraídas se le determinó la humedad natural, por diferencia de pesado de muestras secadas en mufla durante 24 horas a 105 grados.

Los resultados son los detallados mas adelante, variando los valores entre el 18 % al 43 %.

Sobre el particular se destaca que estos valores se deben a las altas y frecuentes precipitaciones imperantes en la zona y en segundo lugar a que nos encontramos con un suelo que posee un porcentaje de vacíos superior al 30 %.

2.6.3. Análisis granulométrico por tamizado (IRAM 10512/ASTM D-422).

Para cada muestra extraída se realizó un ensayo granulométrico previo lavado en tamiz Nro. 200.

La serie standard empleada fue la siguiente:

2 “, 1 ½ “, 1 “, ¾ “, 3/8 “, Nro. 4, Nro. 10, Nro. 40, Nro. 100 y lavado sobre Nro. 200

Resultados y Conclusiones

Del análisis de los resultados de los ensayos del laboratorio volcados en las planillas y gráficos anexados al final del Capítulo, se desprenden las siguientes conclusiones:

En la Zona de la Planta Potabilizadora

A.- El perfil estratigráfico de la **Calicata C1** presenta un manto superior de suelo vegetal o suelo pasto hasta 0,50 m de profundidad, entre 0,50 m y 1,30 m arena volcánica fina a media y desde 1,30 m a 3,10 m arena volcánica media.

Humedad Natural:

$W_{\text{natural (1 m)}}$ **24.3 %**

$W_{\text{natural (2 m)}}$ **26.8 %**

$W_{\text{natural (3 m)}}$ **35.4 %**

Tamizado por la serie:

Muestra $_{(0-1 \text{ m})}$ **Arena volcánica fina a media**, pasa Tamiz Nro. 10 el **65 %**

Muestra $_{(1-2 \text{ m})}$ **Arena volcánica media**, pasa Tamiz Nro. 10 el **75.27 %**

Muestra $_{(2-3 \text{ m})}$ **Arena volcánica media** pasa Tamiz Nro. 10 el **73,42 %**

En la Zona de la Puntilla Futura Planta Potabilizadora

B.- El perfil estratigráfico de la **Calicata C2** presenta un manto superior de suelo vegetal de 0,45 m, seguido por arena volcánica fina a media desde 0,45 m hasta los 3,25 m arena volcánica media.

Humedad Natural:

$W_{\text{natural (1 m)}}$ **26.4 %**

$W_{\text{natural (2 m)}}$ **32.7 %**

$W_{\text{natural (3 m)}}$ **25.9 %**

Tamizado por la serie:

Muestra $_{(0-1 \text{ m})}$ **Arena volcánica fina a media**, pasa Tamiz Nro. 10 el **72.11 %**

Muestra $_{(1-3 \text{ m})}$ **Arena volcánica media** pasa Tamiz Nro. 10 el **75,42 %**

En la Zona de la Cisterna Alta

C.- El perfil estratigráfico de la **Calicata C3** presenta un manto superior de suelo vegetal o suelo pasto hasta 0,40 m de profundidad, entre 0,40 m y 2,3 m arena volcánica media y a los 3,00 m se encontraron gravas.

Humedad Natural:

$W_{\text{natural (1 m)}}$ **24.1 %**

$W_{\text{natural (2 m)}}$ **28.7 %**

$W_{\text{natural (3 m)}}$ **31.4 %**

Tamizado por la serie:

Muestra $_{(0-1 \text{ m})}$ **Arena volcánica media**, pasa Tamiz Nro. 10 el **72.53 %**

Muestra $_{(1-2 \text{ m})}$ **Arena volcánica media**, pasa Tamiz Nro. 10 el **70.70 %**

Muestra $_{(2-3 \text{ m})}$ **Arena con gravas**, pasa Tamiz Nro. 10 el **22.96 %**

2.6.4 Límites de Atterberg líquido y plástico.(IRAM 10.501/10.502 - ASTM D-4318/424.

Las determinaciones efectuadas sobre las muestras de cada estrato analizado, se corresponden con un **SUELO NO PLASTICO**, los que por tratarse de arena y gravas, han sido clasificado según sus características granulométricas.

2.6.5 Determinación de pesos unitarios húmedos y secos (Norma IRAM 1533).

Los pesos unitarios húmedos y secos de las muestras analizadas en laboratorio resultaron:

Peso Unitario Seco

Calicata	CI Peso Unitario tn/m3	CII Peso Unitario tn/m3	CIII Peso Unitario tn/m3
0,00 m – 1,00 m	1,04	1,05	1,08
1,00 m – 2,00 m	1,16	1,75	1,62
2,00 m – 3,00 m	1,18	1,82	1,78

Peso Unitario Húmedo

Calicata	CI Peso Unitario tn/m3	CII Peso Unitario Tn/m3	CIII Peso Unitario Tn/m3
0,00 m – 1,00 m	1,32	1,36	1,45
1,00 m – 2,00 m	1,43	2,18	2,17
2,00 m – 3,00 m	1,68	2,27	2,36

2.6.6. Clasificación según el Sistema Unificado de Casagrande (Norma E-3 Bureau of Reclamation).

La clasificación de cada muestra de suelo, según el Método de Casagrande (Norma E-3 Bureau of Reclamation es la detallada mas adelante:

Se define a las arenas por este método de clasificación, a los suelos que son retenidos en un porcentaje mayor al 50 % en el Tamiz Nro. 4 (abertura de malla 4,76 mm.)

En segundo término la clasificación de arenas sucias o limpias, depende del porcentaje de suelo fino retenido en el Tamiz Nro. 200 (abertura de malla 74 μ). En caso de estar este valor por encima del 5 % se consideran a las arenas sucias.

CALICATA I

Profundidad 1,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada limpia)
Profundidad 2,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada sucia)
Profundidad 3,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada sucia)

CALICATA II

Profundidad 1,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada limpia)
Profundidad 2,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada sucia)
Profundidad 3,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada sucia)

CALICATA III

Profundidad 1,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada sucia)
Profundidad 2,00 m:	SP (Arena Pobrementemente Graduada sucia)
Profundidad 3,00 m:	SM-GP (Arena Pobrementemente graduada con gravas)

2.6.7 Agresividad del Suelo al Hormigón y al Hierro

Sobre las muestras analizadas de suelo se realizó un lavado sobre Tamiz Nro 200, efectuándose posteriormente la colección del líquido lixiviado.

Sobre el particular se destaca la medición de un ph de 6,5 y la ausencia de contenidos de sulfatos, cloruros y fosfatos, los cuales podrían originar agresión química al hormigón armado.

2.7. Conclusiones y Recomendaciones

I.- Los suelos identificados correspondieron a Arenas volcánicas y Arenas volcánicas con gravas para la Calicata C3 en el horizonte de -3m. No se encontró roca en los sitios de muestreo, en donde se instalarán las cañerías.

La presencia de gravas se corresponde en la zona con la cercanía de arroyos y ríos.

II. En el caso de las excavaciones para instalación de cañerías, debido a que estamos frente a un suelo no plástico – no cohesivo. Se recomienda trabajar sin entibado hasta llegar al horizonte -2,00 m.

En los tramos donde esta profundidad sea mayor será necesario tender el talud lateral de las excavaciones con un ángulo de **1 : 1,5** (relación vertical / horizontal).

III.- En caso de encontrarse agua durante la realización de las excavaciones, la misma podrá extraerse con bombas colocadas en el interior de las zanjas.

IV.- Para fundaciones de estructuras de hormigón armado, se recomiendan trabajar con fundación directa, adoptando tensiones de cálculo no mayores a **0,50 Kg/cm²**.

En el caso de las estructuras de hormigón armado que conforman las unidades de la planta Potabilizadora y Cisternas de Almacenamiento, se recomienda proyectar soleras rígidas con vigas de encadenado, con la finalidad de evitar los asentamientos diferenciales.

V.- Para la verificación de tensiones en muros de contención por fenómenos extraordinarios podrá considerarse una tensión máxima de 1 Kg/cm²

ANEXO

PLANOS DE UBICACIÓN DE CALICATAS

TABLAS y CURVAS GRANULOMÉTRICAS

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

VILLA TRAFUL

Ensayo: **GRANULOMETRIA**

Localidad: VILLA TRAFUL

Provincia: Neuquén

Fecha: 17 al 19 de Octubre de 2006

CALICATA: C1

Tipo de suelo: **Arena volcánica fina MUESTRA a 1 m de profundidad**

Humedad natural: 24,3%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,52	100,00	45,00	21,00	15,00	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,52	197,52	242,52	263,52	278,52	
Pasa Acumulado	278,52	278,52	278,52	278,52	278,52	278,52	181,00	81,00	36,00	15,00	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	64,99%	29,08%	12,93%	5,39%	0,00%	

Tipo de suelo: **Arena volcánica media MUESTRA a 2 m de profundidad**

Humedad natural: 26,8%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	10,75	7,56	78,10	203,25	22,13	45,56	22,45	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	10,75	18,31	96,41	299,66	321,79	367,35	389,80	
Pasa Acumulado	389,80	389,80	389,80	389,80	379,05	371,49	293,39	90,14	68,01	22,45	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,24%	95,30%	75,27%	23,12%	17,45%	5,76%	0,00%	

Tipo de suelo: **Suelo fino MUESTRA a 3 m de profundidad**

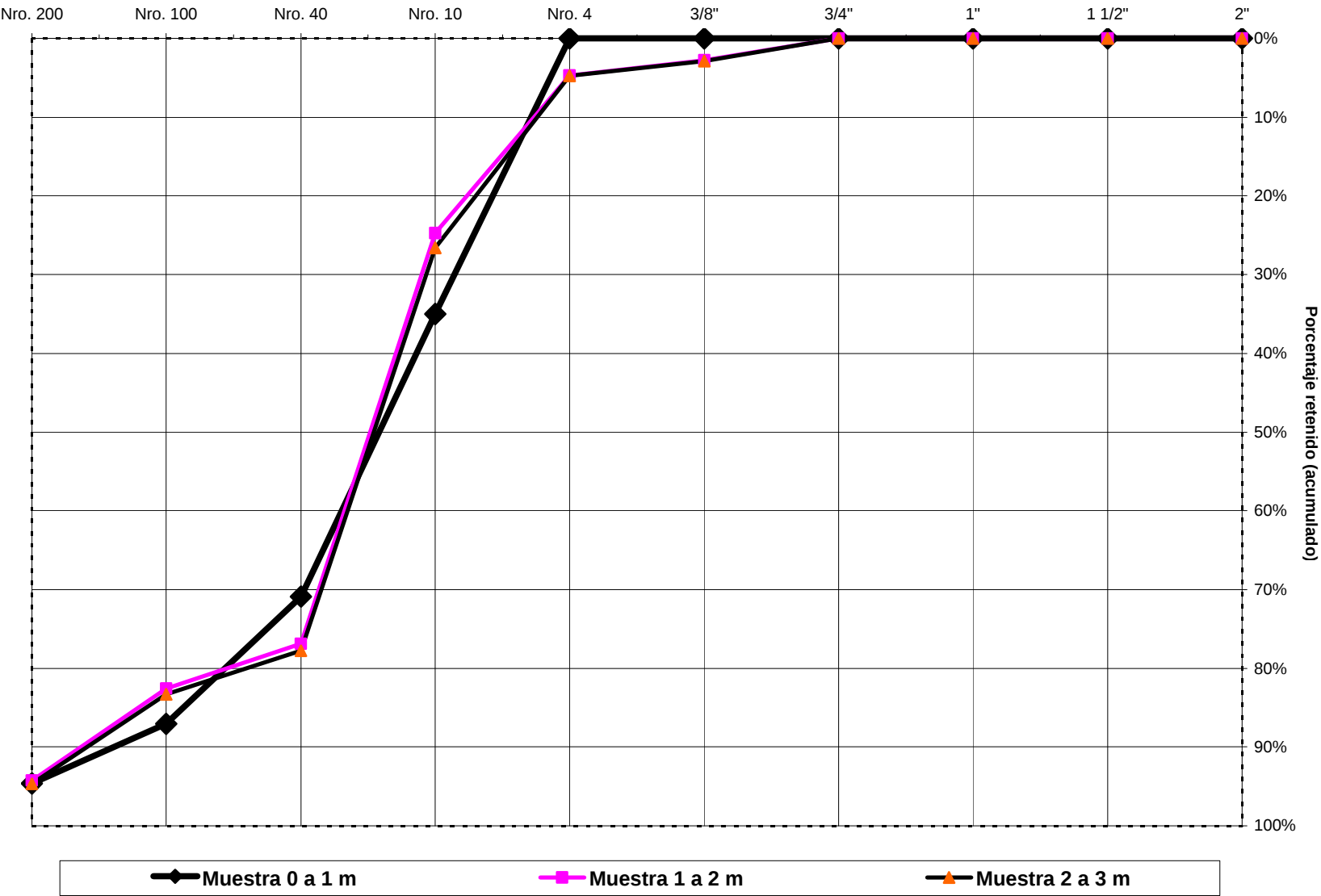
Humedad natural: 35,4%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	11,45	7,54	87,62	205,25	22,32	45,54	21,35	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	11,45	18,99	106,61	311,86	334,18	379,72	401,07	
Pasa Acumulado	401,07	401,07	401,07	401,07	389,62	382,08	294,46	89,21	66,89	21,35	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	97,15%	95,27%	73,42%	22,24%	16,68%	5,32%	0,00%	

Gráfico Granulométrico:CALICATA C1

Tamiz número



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

VILLA TRAFUL

Ensayo: **GRANULOMETRIA**

Localidad: VILLA TRAFUL

Provincia: Neuquén

Fecha: 17 al 19 de Octubre de 2006

CALICATA: C2

Tipo de suelo: **Arena volcánica fina MUESTRA a 1 m de profundidad**

Humedad natural: 26,4%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	4,52	16,45	81,55	175,12	42,12	28,56	19,32	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	4,52	20,97	102,52	277,64	319,76	348,32	367,64	
Pasa Acumulado	367,64	367,64	367,64	367,64	363,12	346,67	265,12	90,00	47,88	19,32	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,77%	94,30%	72,11%	24,48%	13,02%	5,26%	0,00%	

Tipo de suelo: **Arena volcánica fina MUESTRA a 2 m de profundidad**

Humedad natural: 32,7%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	5,35	18,45	67,57	189,21	45,32	25,65	20,12	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	5,35	23,80	91,37	280,58	325,90	351,55	371,67	
Pasa Acumulado	371,67	371,67	371,67	371,67	366,32	347,87	280,30	91,09	45,77	20,12	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,56%	93,60%	75,42%	24,51%	12,31%	5,41%	0,00%	

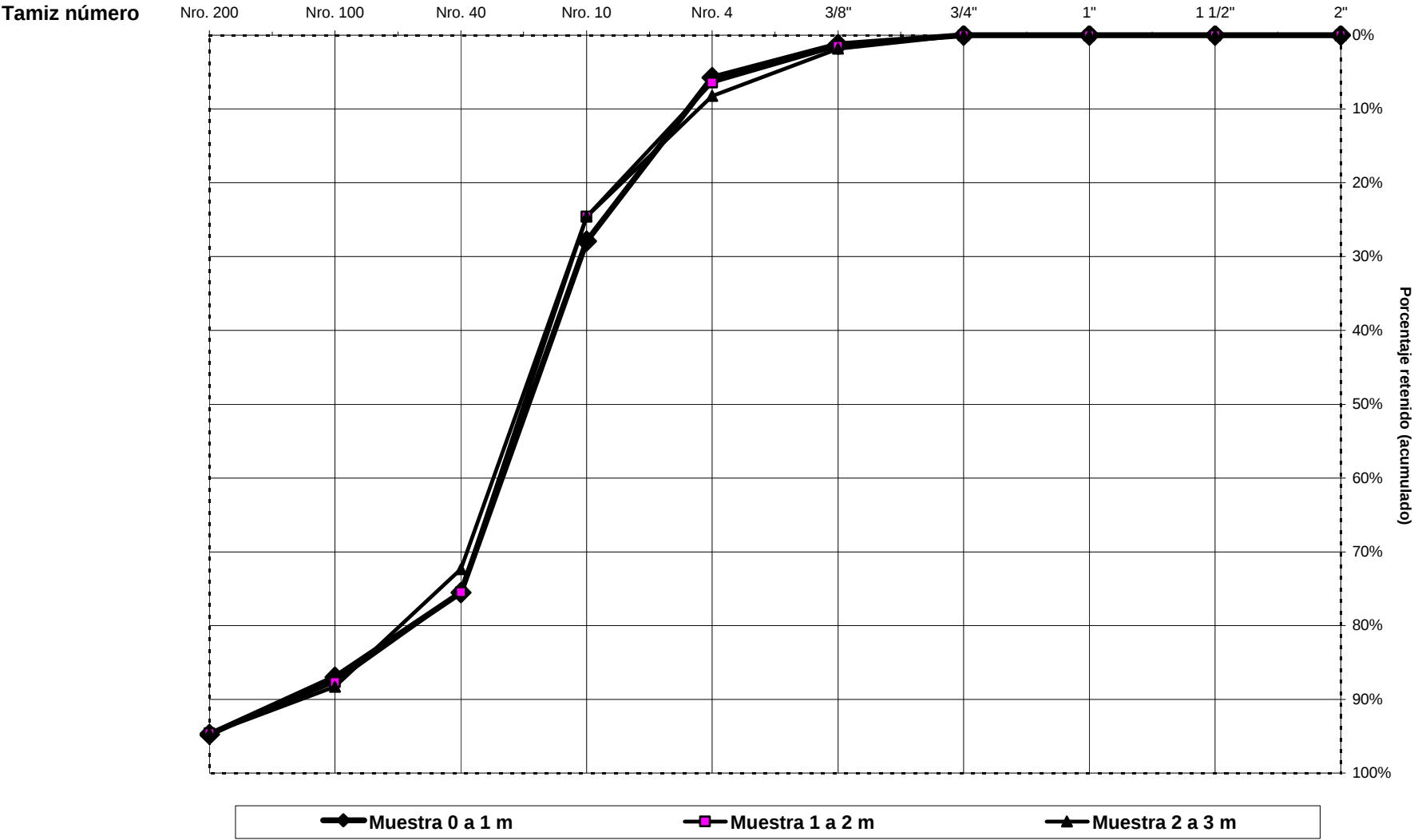
Tipo de suelo: **Arena volcánica fina MUESTRA a 3 m de profundidad**

Humedad natural: 25,9%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	6,45	22,53	57,80	168,56	56,32	22,36	18,96	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	6,45	28,98	86,78	255,34	311,66	334,02	352,98	
Pasa Acumulado	352,98	352,98	352,98	352,98	346,53	324,00	266,20	97,64	41,32	18,96	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,17%	91,79%	75,42%	27,66%	11,71%	5,37%	0,00%	

Gráfico Granulométrico:CALICATA C2



Ensayo: **GRANULOMETRIA**

Localidad: VILLA TRAFUL

Provincia: Neuquén

Fecha: 17 al 19 de Octubre de 2006

CALICATA: C3Tipo de suelo: **Arena volcánica MUESTRA a 1 m de profundidad**

Humedad natural: 24,1%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	11,50	88,50	165,00	54,30	34,56	20,15	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	3,80	15,30	103,80	268,80	323,10	357,66	377,81	
Pasa Acumulado	377,81	377,81	377,81	377,81	374,01	362,51	274,01	109,01	54,71	20,15	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,99%	95,95%	72,53%	28,85%	14,48%	5,33%	0,00%	

Tipo de suelo: **Arena volcánica MUESTRA a 2 m de profundidad**

Humedad natural: 28,7%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	12,36	94,12	155,32	55,56	37,89	18,98	
Retenido Acumulado	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	16,86	110,98	266,30	321,86	359,75	378,73	
Pasa Acumulado	378,73	378,73	378,73	378,73	374,23	361,87	267,75	112,43	56,87	18,98	0,00	
% Pasa Acumulado	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	98,81%	95,55%	70,70%	29,69%	15,02%	5,01%	0,00%	

Tipo de suelo: **Gravas MUESTRA a 3 m de profundidad**

Humedad natural: 31,4%

Metodo: TAMIZADO SOBRE LA SERIE STANDARD y LAVADO SOBRE TAMIZ Nro. 200 de la fracción fina

TAMIZ	2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	Nro. 4	Nro. 10	Nro. 40	Nro. 100	Nro. 200	Pasa Nro. 200	Total
Peso Retenido	115,00	320,00	1.250,00	1.365,00	2.356,00	1.456,00	1.136,00	1.780,00	440,00	125,00	39,00	
Retenido Acumulado	115,00	435,00	1.685,00	3.050,00	5.406,00	6.862,00	7.998,00	9.778,00	10.218,00	10.343,00	10.382,00	
Pasa Acumulado	10.267,00	9.947,00	8.697,00	7.332,00	4.976,00	3.520,00	2.384,00	604,00	164,00	39,00	0,00	
% Pasa Acumulado	98,89%	95,81%	83,77%	70,62%	47,93%	33,90%	22,96%	5,82%	1,58%	0,38%	0,00%	

Gráfico Granulométrico: CALICATA C3

