



INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS

SEGUNDO SIMULADOR ESTRUCTURAL

BOMBEROS DE TALAGANTE

AUTOPISTA DEL SOL - RUTA 78 N° 8901

COMUNA DE TALAGANTE

REGIÓN METROPOLITANA

CLIENTE: JUNTA NACIONAL DEL CUERPO DE BOMBEROS DE CHILE

Santiago, Diciembre de 2013.

**INDICE**

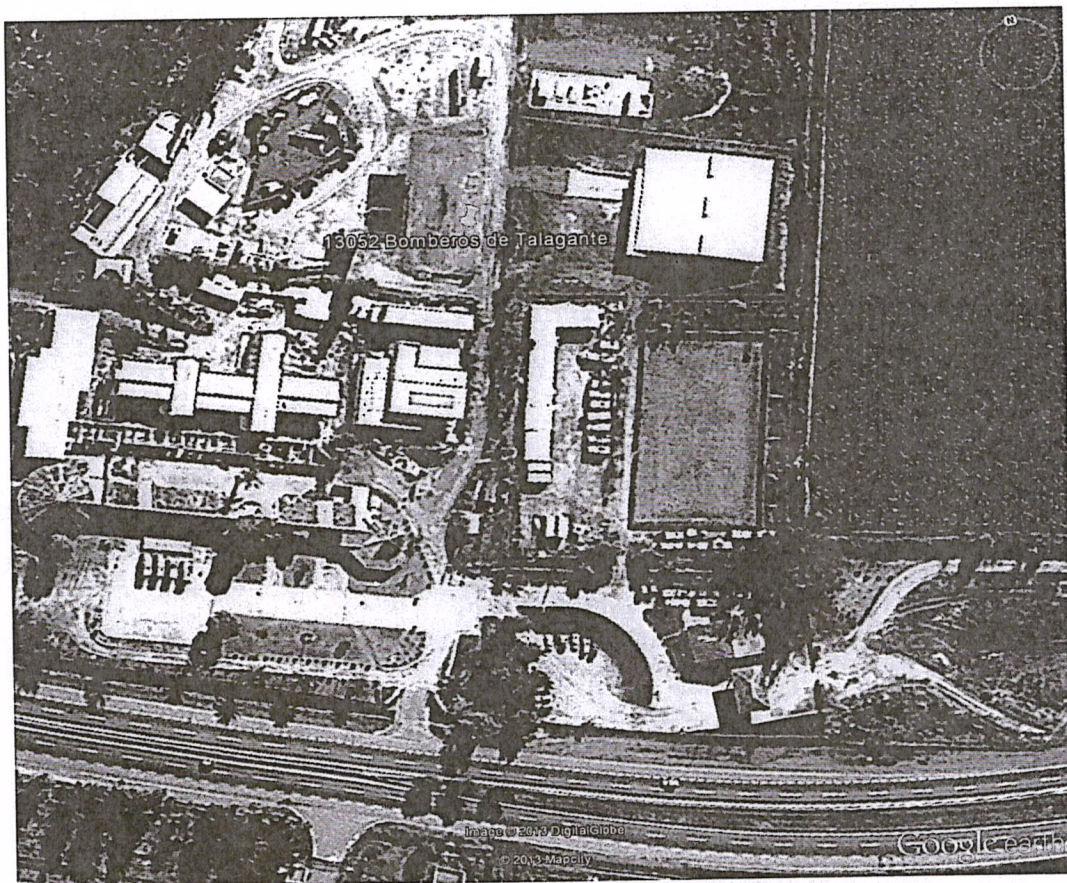
CONTENIDO	pgs.
1 Introducción	3
1.1 Objetivos y Alcances del Estudio	3
1.2 Características del Proyecto	4
1.3 Marco de referencia	4
1.4 Plano de ubicación de calicatas	5
2 Antecedentes de Mecánica de Suelos	6
2.1 Exploración Geotécnica de Suelos	6
2.2 Caracterización del subsuelo	6
2.3 Modelo Estratigráfico	6
2.4 Situación de la napa freática	7
3 Propiedades de diseño	8
3.1 Parámetros geotécnicos de diseño	8
3.2 Capacidad de soporte y constante de balasto	8
3.3 Clasificación sísmica del suelo	8
3.4 Capacidad de infiltración del terreno	9
3.5 Parámetros para el cálculo de empujes	10
4. Determinación de los valores de las fuerzas de empuje	12
4.1 Muros de Subterráneos arriostrados por losas	12
4.2 Muros de contención no arriostrados	13
4.3 Empuje pasivo	14
5 Antecedentes para el diseño de Fundaciones	15
5.1 Sistema de fundaciones recomendado	15
5.2 Definición del sello de fundaciones	15
6. Tratamiento Bajo Radieres y Pavimentos Exteriores	16
7 Especificaciones técnicas	17
7.1 Especificaciones técnicas para fundaciones y radieres	17
7.2 Especificaciones técnicas para rellenos	18
7.3 Recomendaciones para la seguridad al interior de la obra	20
7.4 Recomendaciones para no afectar a los vecinos y espacios públicos	21
7.5 Limitaciones de este estudio	21
Anexo N° 1: Estratigrafía	22
Anexo N° 2: Ensayo de Infiltración	24
Anexo N° 3: Ensayos de Laboratorio	25
Anexo N° 4: Informe Velocidad de Ondas de Corte	26



1. Introducción

1.1 Objetivos y Alcances del Estudio

El presente informe contiene los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos solicitado a Ruz Vukasovic y Cía. Ltda., de acuerdo con los requerimientos del proyecto denominado Segundo Simulador Estructural de Bomberos de Talagante, a emplazarse al interior de la Academia de Entrenamiento ubicada en Autopista del Sol - Ruta 78 N° 8901, Comuna de Talagante, Región Metropolitana.



Ubicación del terreno

El estudio tiene como base el conocimiento global de los suelos de la zona, características y antecedentes del proyecto y la exploración geotécnica. Su objetivo es cuantificar las propiedades geomecánicas del suelo, tales como capacidad de soporte, constantes de reacción, y clasificación sísmica del terreno. Además, a partir de los parámetros obtenidos, se elaboran recomendaciones para definir sistemas de fundaciones, procedimientos para excavaciones y las recomendaciones y especificaciones técnicas para el correcto diseño, construcción y control de las obras.



1.2 Características del Proyecto

- Destino : Servicios.
- Terreno : Urbanizado, plano y sin pendiente considerable con una superficie.
- Geometría : Edificio de cuatro pisos de 110m² de planta y un nivel subterráneo.
- Estructura : Hormigón Armado.

1.3 Marco de referencia

El estudio se realiza sobre la base de los antecedentes:

- Cliente : Junta Nacional del Cuerpo de Bomberos de Chile.

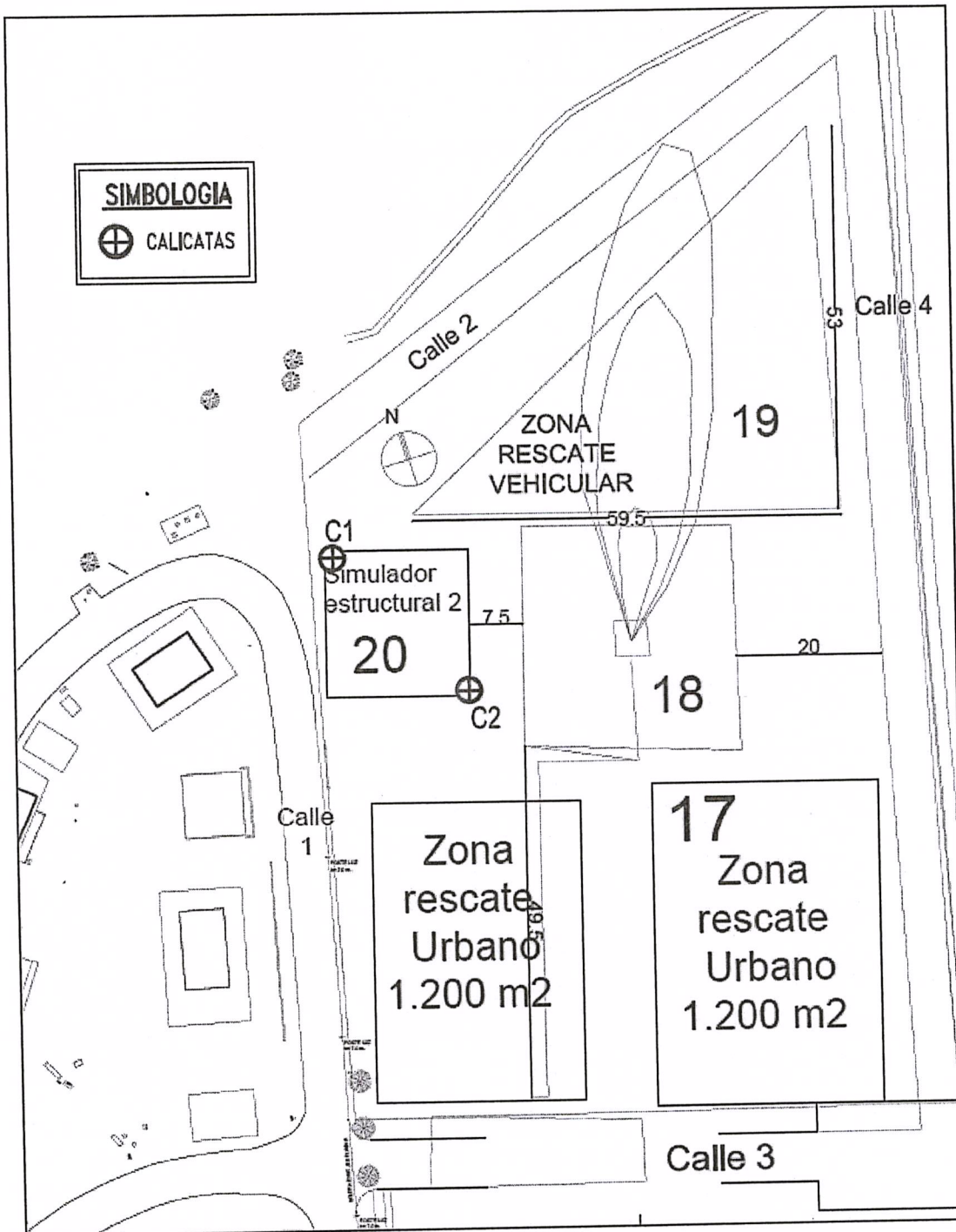
A continuación se resumen los antecedentes que definen el marco de referencia del estudio, incluyendo la geometría de la red de exploración diseñada para cumplir los objetivos del estudio.

- a) Presupuesto del Estudio, elaborado por Ruz Vukasovic y Cía. Ltda., debidamente aceptado por el cliente. En él se definen los alcances y características del estudio y su respectivo informe de mecánica de suelos.
- b) Visitas a terreno y exploración geotécnica a cargo del técnico Mauricio Astorga en representación de esta oficina, los días 16 y 17 de octubre 2013.
- c) Antecedentes del proyecto proporcionados por el cliente: Planos de arquitectura, con fecha 03 de mayo de 2012.
- d) Ensayos de Laboratorio N° 100.509 de Tecnolab Ltda.
- e) Informe Velocidad Ondas de Corte "Bomberos Talagante", elaborado por Tecnolab Prospecciones Ltda., con fecha 04 de noviembre de 2013.
- f) Otros estudios geotécnicos realizados en el sector.

Modificaciones en el proyecto original, pueden introducir cambios importantes en el estudio. Eventualmente, puede ser necesario reorientar la exploración geotécnica, introduciendo nuevos puntos de exploración o profundidades de exploración mayores.



1.4 Plano de ubicación de calicatas





2. Antecedentes de Mecánica de Suelos

2.1 Exploración Geotécnica de Suelos

La exploración geotécnica de suelos se inició con el reconocimiento de superficie, destinado a definir las características globales del terreno y situaciones particulares que pudiesen afectarlo. A partir de ello, se dio por aprobada la exploración del terreno con la excavación de dos calicatas de 5.00m de profundidad, ubicadas según se detalla en el croquis de la sección 1.4.

La calicata, excavada manualmente, fue inspeccionada y sometida a muestreo por personal de esta oficina, levantándose el registro estratigráfico detallado, que se presenta en el Anexo N° 1 y que se resume en la sección 2.3.

Dadas las características de los suelos encontrados, se extrajeron muestras perturbadas e inalteradas, las que fueron analizadas y seleccionadas para elaborar el programa de ensayos, cuyos resultados se adjuntan en el Anexo N° 3.

Además, para dar cumplimiento para dar cumplimiento al Decreto MINVU N° 61 publicado el 13 de diciembre de 2011, se realizaron dos perfiles geofísicos con medición de velocidad de ondas Vs hasta 30m de profundidad, cuyos resultados se encuentran en el anexo N° 4.

2.2 Caracterización del subsuelo

De acuerdo con la información recabada de los pozos de reconocimiento, el subsuelo está compuesto superficialmente por una capa vegetal e inmediatamente aparece el estrato de suelo natural conformado por arcillas expansivas, de color café oscuro y consistencia firme. Finalmente y hasta el término de la exploración aparece una grava areno arcillosa, de color café gris, que a medida que se profundiza en la excavación cambia a una grava arenosa, que mantiene su compacidad media.

2.3 Modelo Estratigráfico

De acuerdo con la información obtenida de la exploración, el subsuelo presenta un perfil compuesto por tres unidades estratigráficas fundamentales, cuyas características y dimensiones se entregan a continuación.

**UNIDAD U1 : Cobertura Vegetal**

Las profundidades entre las que se extiende este estrato se detallan en la tabla siguiente:

Calicata N°	1	2
Desde, [m]	0.00	0.00
Hasta, [m]	0.20	0.20

UNIDAD U2 : Arcilla expansiva natural, de plasticidad alta, humedad media y color café oscuro. Suelo de estructura homogénea, de porosidad baja y consistencia firme, con 20% de arena aproximadamente. Se observan raíces y raicillas en contenido bajo. De acuerdo con el sistema USCS, clasifica como CL.

Las profundidades entre las que se extiende este estrato se detallan en la tabla siguiente:

Calicata N°	1	2
Desde, [m]	0.20	0.20
Hasta, [m]	0.80	0.90

UNIDAD U3 : Grava de origen fluvial en matriz arenosa, humedad media y color café grisáceo a gris. Presenta una cementación media y de compacidad media. Contiene clastos sanos de forma sub redondeada de tamaño máximo de 4" y tamaño medio de 2". No se observan raíces ni raicillas. De acuerdo con el sistema USCS, clasifica como GP.

Las profundidades entre las que se extiende este estrato se detallan en la tabla siguiente:

Calicata N°	1	2
Desde, [m]	0.80	0.90
Hasta, [m]	5.00	5.00

2.4 Situación de la napa freática

A la fecha de la exploración, octubre 17 de 2013, la napa freática NO fue detectada dentro de las profundidades reconocidas.

Sólo se informa la situación detectada a la fecha de exploración, desconociéndose su variación estacional y a través del tiempo, tema que escapa a esta especialidad.



3. Propiedades de diseño

3.1 Parámetros geotécnicos de diseño

Se entregan los parámetros generales del suelo, basados en estudios similares del sector, la exploración del terreno y la experiencia del consultor, se incluyen valores para cada estrato:

			CL	GP
			Unidad U2	Unidad U3
Concepto	Símbolo	Unidades		
Peso unitario húmedo	(γ_h)	[Ton/m ³]	1,90	2,10
Cohesión	(c)	[Ton/m ²]	3,0	0,5
Ángulo de fricción interna	(ϕ_n)	[°]	16	45
Aceleración efectiva	(A_o/g)	[1]		0,3
Coef. Sísmico según NCh 433	(C_r)	[1]		0,45

3.2 Capacidad de soporte y constante de balasto

La capacidad de soporte admisible, q_a , queda definida por el menor valor de aquellos obtenidos por consideraciones de resistencia y deformaciones (asentamientos) admisibles. De esta manera, se obtienen los siguientes valores de diseño:

Unidad	Capacidad de soporte (kg/cm ²)		Constante de balasto (kg/cm ³)	
	Estática	Sísmica	Estática	Sísmica
Gravas U3	6.00	8.40	15.00	45.00

- Para estimar la constante de balasto al giro se debe multiplicar el valor estático por 2.5.

3.3 Clasificación sísmica del suelo

La medición de velocidades de onda de corte V_s mediante el método sísmico ReMi, entrega como resultado los valores ponderados de velocidad de onda de corte para los primeros 30m (V_{s30}) bajo el nivel actual de terreno, los que se detallan a continuación:



Velocidades Perfil N° 1

DE	A	Velocidad (m/s)
0	2,493	246,987
2,493	9,974	432,125
9,974	16,859	595,046
16,859	28,963	962,36
28,963	50,0	1242,288

Velocidades Perfil N° 2

DE	A	Velocidad (m/s)
0	2,493	205,516
2,493	6,34	356,588
6,34	16,859	629,111
16,859	28,963	1074,923
28,963	50,0	1242,288

De estos perfiles se obtienen las velocidades de ondas a 30.0m de profundidad:

Perfil N° 1: $V_{s30} = 573$ (m/s)

Perfil N° 2: $V_{s30} = 580$ (m/s)

Según los resultados del estudio de medición de ondas, este indica que las velocidades son monótonamente crecientes en profundidad y las mediciones V_{s30} son superiores a 500(m/s), lo cual corrobora la existencia de un estrato de gravas de espesor mínimo de 30.0m., por tanto de acuerdo a lo indicado por el decreto D.S 61, el suelo clasifica como tipo B.

3.4 Capacidad de infiltración del terreno

Para determinar la capacidad de absorción del terreno, se hizo una medición directa del coeficiente de infiltración mediante el método de Porchet, obteniéndose, el siguiente resultado:

Calicata	Profundidad del ensayo (m)	Infiltración (mm/Hr.)	I prediseño (mm/Hr.)
C2	5.00	560	180

Del registro de ensayo se deduce un valor mayor para la tasa de infiltración, sin embargo, con la finalidad de evitar la colmatación prematura, se recomienda reducir el valor de diseño.

Este valor es indicativo de un punto específico del suelo ensayado. Sólo tiene validez para el predimensionamiento de los sistemas de drenaje y debe ser verificado una vez realizadas las excavaciones en los puntos de emplazamiento definitivo de sistemas de drenaje.



3.5 Parámetros para el cálculo de empujes

3.5.1 Empujes de suelo natural

a) Taludes horizontales aguas arriba de muros de contención

En la tabla siguiente se entregan los valores de los coeficientes de empujes para el caso simplificado, caracterizado por planos verticales tanto en la superficie frontal y en el trasdós del muro de contención, adicionalmente, se asume que el suelo retenido aguas arriba del muro presenta una superficie horizontal, con pendiente nula.

Concepto	Símbolo	Unidad U3
Peso unitario húmedo	(γ_h)	2,10
Aceleración efectiva S / NCh 433	(A_0/g)	0,30
Coef. Sísmico según NCh 433	(C_r)	0,45
Coef. de empuje en reposo	(K_0)	0,29
Coef. de empuje activo	(K_a)	0,17
Coef. de empuje sísmico	(ΔK_{hs})	0,07
Coef. de empuje pasivo	(K_p)	5,83

3.5.2 Empujes de relleno (rellenos material existente)

b) Taludes en los cuales existe un relleno entre el muro y el terreno natural

En la tabla siguiente se entregan los valores de los coeficientes de empujes para el caso simplificado, caracterizado por planos verticales tanto en la superficie frontal y en el trasdós del muro de contención, adicionalmente, se asume que el suelo retenido aguas arriba del muro presenta una superficie horizontal, con pendiente nula .

Los empujes que se detallan en la tabla, corresponden al material proveniente de la excavación perteneciente a U3, que además deberá estar libre de arcilla expansiva para ser usado como relleno.



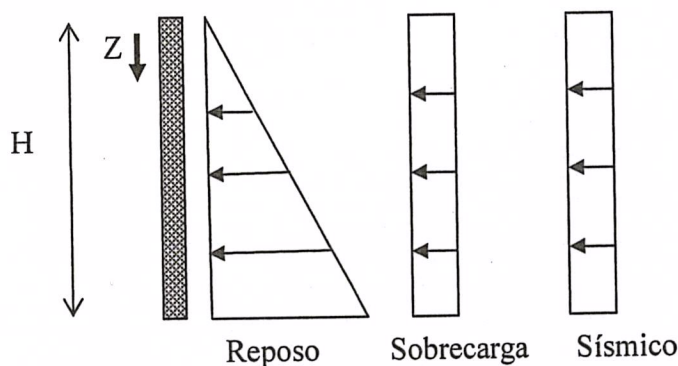
Concepto	Símbolo	Material Existente
Peso unitario húmedo	(γ_h)	2,00
Cohesión	(c)	0,00
Aceleración efectiva S / NCh 433	(A_o/g)	0,30
Coef. Sísmico según NCh 433	(C_r)	0,48
Coef. de empuje en reposo	(K_o)	0,43
Coef. de empuje activo	(K_a)	0,27
Coef. de empuje sísmico	(ΔK_{hs})	0,09
Coef. de empuje pasivo	(K_p)	3,69



4. Determinación de los valores de las fuerzas de empuje

4.1 Muros de Subterráneos arriostrados por losas

Los empujes laterales que actuarán sobre las obras, tendrán las siguientes magnitudes. TODOS LOS VALORES QUE SE ENTREGAN SON PARA UNA UNIDAD DE LONGITUD Y CONSIDERA UNA SUPERFICIE HORIZONTAL DEL TERRENO CONTENIDO SOBRE EL MURO.



4.1.1 Empuje Estático

Coefficiente de empuje estático	: $K_o =$ (ver tabla 3.5)
Presión en reposo (Z)	: $\sigma_o = \gamma_h \cdot K_o \cdot Z$
Sobrecarga	: $\sigma_q = K_o \cdot q$

Donde:

K_o	: Coeficiente de empuje en reposo (ver tabla 3.5).
Z	: Profundidad a la que se evalúa el empuje
q	: Sobrecarga.
γ_h	: Peso Unitario Húmedo del material (ver tabla 3.5).

4.1.2 Empuje Sísmico

De acuerdo con lo especificado en la norma de diseño sísmico de edificios, NCh 433, el empuje sísmico sobre los muros arriostrados superiormente, debe ser calculado de la siguiente manera:

$$\sigma_s = 0.3 \cdot (C_r \cdot \gamma_h \cdot H \cdot A_o/g)$$



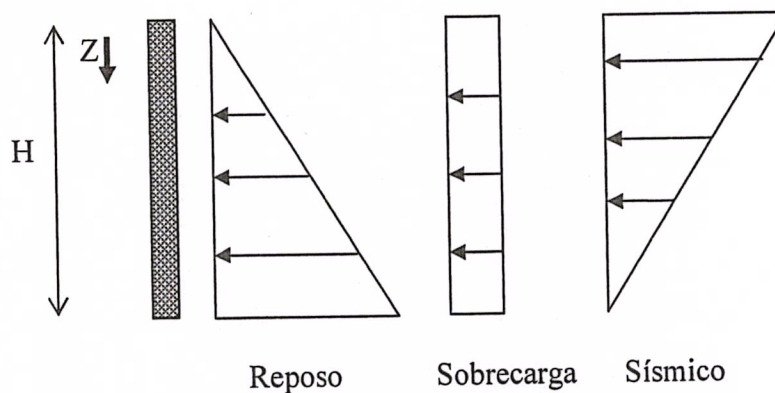
Donde:

- σ_s : Presión sísmica
 H : Altura del muro
 γ_h : Peso unitario húmedo del suelo, en estado natural (ver tabla 3.5)
 A_o : Aceleración efectiva (ver tabla 3.5)
 Cr : (ver tabla 3.5)

Esta presión debe considerarse como uniformemente distribuida.

Fuerza Total de empuje sobre el muro: $F_t = \sigma_s \cdot H$

4.2 Muros de contención no arriostrados



4.2.1 Empuje estático

- Coefficiente de empuje activo : $K_a =$ (ver tabla 3.5)
Presión Activa (Z) : $\sigma_o = \gamma_h \cdot K_a \cdot Z$
Sobrecarga : $\sigma_q = K_a \cdot q$

Donde:

- K_a : Coeficiente de empuje activo (ver tabla 3.5)
 Z : Profundidad a la que se evalúa el empuje
 q : Sobrecarga.
 γ_h : Peso unitario Húmedo del material (ver tabla 3.5)



4.2.2 Empuje sísmico

Coefficiente de empuje sísmico : ΔK_{hs} = (ver tabla 3.5)

$$\sigma_s = \gamma_h \cdot \Delta K_{hs} \cdot (H-Z)$$

Donde:

σ_s : Presión sísmica para la profundidad Z.

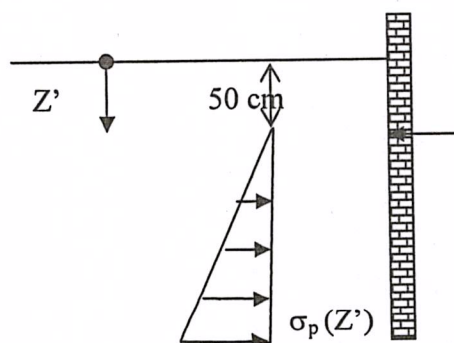
Z : profundidad

H : altura del muro

γ_h : Peso unitario húmedo del suelo, en estado natural = (ver tabla 3.5)

4.3 Empuje pasivo

El empuje pasivo a considerar en la zona enterrada de los muros de contención se calculará de acuerdo a la siguiente formulación:



Zona enterrada de muro
De muro de contención.

$$\sigma_p(Z') = K_p \cdot \gamma \cdot Z' \text{ [ton/m}^2\text{]} \quad (\text{despreciar los primeros 50cm})$$

Donde:

$\sigma_p(Z')$: Empuje pasivo, [Ton/m²]

K_p : Coeficiente de Empuje Pasivo

γ : Peso unitario húmedo del material, [Ton/m³]

Z' : Profundidad enterramiento del muro, [m] (despreciar los primeros 50cm)



5. Antecedentes para el diseño de fundaciones

5.1 Sistema de fundaciones recomendado

Dadas las características de los suelos y el tipo de estructura a fundar, se recomienda el empleo de fundaciones superficiales tradicionales, compuestas por zapatas corridas o aisladas apoyadas sobre el suelo natural, de acuerdo a lo indicado en 5.2.1.

5.2 Definición del sello de fundaciones

5.2.1 Suelo de apoyo y nivel de sello de fundaciones

Todas las fundaciones se deberán apoyar en los suelos gravosos descritos en las unidades U3, respetando los valores admisibles mencionados en la sección 3.2. El sello de fundación deberá definirse penetrando un mínimo de 20cm en este estrato.

Las fundaciones deberán penetrar al menos 0.80m bajo el nivel NPT del nivel de subterráneo.

5.2.2 Requisitos para el sello de fundaciones

Una vez definidos el material y la profundidad del sello de fundaciones, éste deberá cumplir las siguientes condiciones:

- El nivel del sello de fundaciones, además de cumplir con los requisitos mínimos de penetración, deberá cumplir con el enterramiento mínimo definido por el cálculo estructural y la arquitectura, el que no podrá ser inferior a 0.80m, medidos desde el nivel de piso terminado del último nivel subterráneo.
- Para cada unidad estructural contenida en el proyecto, el sello de fundaciones deberá ser homogéneo y **estar constituido por un solo tipo de material**, a fin de garantizar continuidad de rigideces y evitar asentamientos diferenciales que puedan traducirse en agrietamiento o fractura de estructuras.
- El sello de fundaciones deberá ser plano y horizontal.



6. Tratamiento Bajo Radieres y Pavimentos Exteriores

Para que la arcilla expansiva de la unidad U2 no afecte a los radieres o pavimentos proyectados, se deberá separar la arcilla expansiva de dichas estructuras.

Bajo las zonas de radieres exteriores de tránsito peatonal será necesario alojar un relleno granular compactado de al menos 0.80m de espesor.

Bajo las zonas de pavimentos exteriores, será necesario colocar un relleno granular con material compactado de al menos 0.80m. (Incluida base y sub-base) ubicado entre la arcilla expansiva y la carpeta de rodado.

La idea es generar un efecto “colchón” entre la arcilla y los radieres o pavimentos, lo que permitirá disipar las deformaciones diferenciales que la arcilla expansiva pueda tener de tal forma que cualquier desplazamiento vertical sea anulado o absorbido.

Otra alternativa es retirar completamente la unidad U1 y la arcilla expansiva correspondiente en la unidad U2, con el fin de alojar el paquete estructural de pavimentos de acuerdo a lo solicitado por el proyecto de pavimentación. Esta excavación deberá ser rellenada con material especificado en 6.2.1.

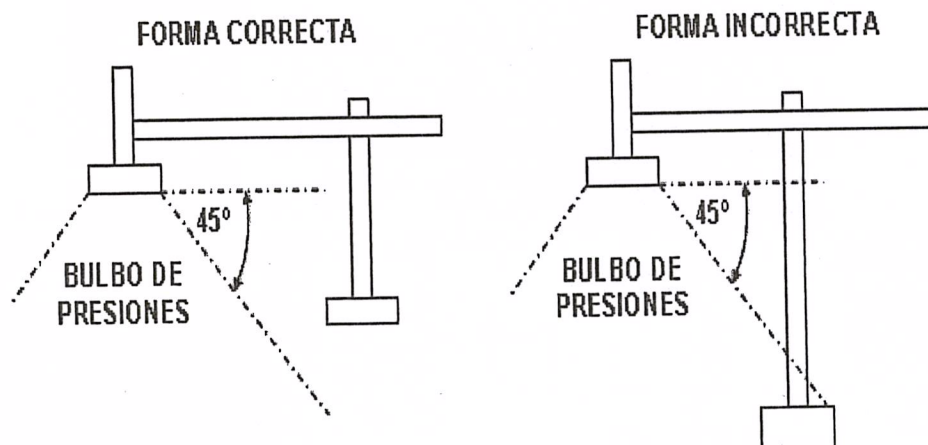
La elección de las alternativas, están sujetas a lo requerimientos solicitados por los niveles de arquitectura del proyecto.



7. Especificaciones técnicas

7.1 Especificaciones técnicas para fundaciones y radieres

- 1 Escarpe:
Previo al inicio de las excavaciones, deberá realizarse un escarpe mínimo de 0.20m., consistente en el retiro del material inadecuado, suelto o contaminado que se encuentre en la superficie. El material escarpado debe ser transportado de inmediato a botadero autorizado, con la finalidad de evitar que contaminen las excavaciones o su uso en rellenos dentro de la obra.
Para compensar el material retirado, este deberá cumplir lo especificado en 6.2.1.
- 2 Método de excavación.
Las faenas de excavación para las fundaciones se podrán realizar en forma mecanizada, pero los últimos 20cm. se deberán efectuar en forma manual, a objeto de minimizar la sobre excavación y evitar la alteración excesiva de la estructura natural del suelo. Estas se deben efectuar de acuerdo a las dimensiones y emplazamiento indicados en los planos de proyecto. Antes de su inicio se debe contar con la aprobación de los Arquitectos.
- 3 Tratamiento del sello:
El perfilado de las excavaciones deberá incluir la horizontalidad del sello y la verticalidad de las paredes. Además, antes de proceder al emplantillado se deberá limpiar el sello extrayendo el material suelto producto de las excavaciones y todo material extraño que se encuentre ubicado en el sello de fundación.
- 4 Precauciones con las zonas fundadas a distinto nivel:
Al analizar los planos de arquitectura, se han detectado zonas que podrían quedar fundadas a distinta profundidad, lo que podría provocar que los bulbos de presiones de las fundaciones que se encuentren apoyadas más arriba sobrecarguen los muros del piso inferior proyectado.
Dichas zonas deberán quedar fundadas siempre sobre el mismo estrato descrito en 5.2.1, pudiendo escalonar el sello de fundación, siempre y cuando el bulbo de presiones no intervenga los muros de las zonas inferiores.
En términos geométricos el bulbo de presión está definido por dos rectas que nacen desde los vértices inferiores de la fundación inclinados 45° con respecto a la horizontal. Dicho bulbo de fundación no debe ser intervenido, ya que las estructuras que lo intercepten serán sobrecargadas.



- 5 Recepción de sellos:
Luego de cumplidas las etapas anteriores, se debe solicitar al Mecánico de Suelos la recepción de los sellos de fundación.
- 6 El Contratista deberá velar por la conservación de los puntos de referencia (P.R.), debiendo proceder a su reemplazo y nivelación cuando resulten dañados o desplazados, informando a la ITO al respecto.

7.2 Especificaciones técnicas para rellenos

7.2.1 Rellenos (bajo radieres y pavimentos)

- 7 En la ejecución de rellenos bajo radieres y pavimentos podrá emplearse un material granular grueso, limpio, del tipo "estabilizado", cuya curva granulométrica deberá estar dentro del siguiente rango:

Criba o malla ASTM	%, en peso pasando
2"	100
1"	55-100
3/8"	40-70
Nº 4	35-65
Nº 10	20-50
Nº 40	10-30
Nº 200	0-15

También se puede emplear material integral de río, estero o el proveniente de la excavación perteneciente al estrato descrito en la unidad U3, limitando el tamaño máximo de 4" y que el contenido de finos bajo la malla Nº 200 sea inferior a 10%.



EL MATERIAL SELECCIONADO DEBERÁ SER APROBADO PREVIAMENTE POR EL SUSCRITO, Y DEBERÁ SER RESPALDADO CON ENSAYES DE PERTINENTES, EMITIDOS POR UN LABORATORIO CERTIFICADOS INN.

Los ensayos mínimos a realizar deberán ser los siguientes:

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Clasificación de suelos
- Densidad de partículas sólidas
- Humedad natural
- Próctor modificado o Densidad Relativa.

- 8 El material deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y según el contenido de fino se tendrá que proceder de la siguiente forma:
 - En caso de que el material que pasa la malla N° 200 sea mayor al 12%, deberá humedecerse homogéneamente hasta lograr el valor óptimo del ensayo Proctor Modificado con una variación máxima de $\pm 2\%$ y luego compactarlo hasta alcanzar una densidad no inferior al 95% de la D.M.C.S. del ensayo de Proctor Modificado.
 - En caso de que el material que pasa la malla N° 200 sea menor al 12%, el material tendrá que ser compactado hasta lograr una Densidad Relativa del 80%.
- 9 El espesor de las capas será establecido de forma tal que pueda lograrse la densidad especificada en todo su espesor con el equipo de compactación que se utilizará, en todo caso éste no podrá ser superior a 25 cm.
- 10 El avance deberá ser parejo, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.50m. entre sectores contiguos.
- 11 Si el tamaño de la excavación lo permite, se recomienda el uso de rodillo de 1500 kg. de peso estático o superior, En el caso que al momento de hacer las obras existan construcciones vecinas cercanas, se debe limitar la energía del rodillo ya que puede afectar a las construcciones vecinas y producir daños.
- 12 Cada capa deberá ser aprobada por la ITO y no podrá ser recubierta antes que se dé por aceptada la densidad.



- 13 Inicialmente, los controles de densidad se realizarán por lo menos cada 50m² por capa, comprobada la eficacia del operador y el procedimiento, podrán extenderse a 100m² por capa y, finalmente hasta 300m² por capa.
- 14 Los controles de densidades se deberán efectuar por un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa de la ITO.

7.3 Recomendaciones para la seguridad al interior de la obra

- 15 Taludes de Excavación:
Las excavaciones provisorias, hasta el nivel de sello de fundación podrán realizarse en forma vertical, siempre y cuando no superen los 1.20m de profundidad. En caso de excavaciones más profundas, las excavaciones hasta el nivel del sello de fundación deberán tener un talud 3:1(V:H), dejando al menos 1.00m de berma libre entre el borde del talud y los medianeros.

En caso de existir el espacio suficiente para emplazar los taludes mencionados anteriormente se deberá elaborar un proyecto de entibación y socializado.

- 16 En los bordes superiores de los taludes proyectados se PROHIBE:
Colocar materiales, vías de circulación y todo tipo de sobrecarga en la berma libre (mínimo 1.00m o según especificaciones del proyecto).
Colocar baños, duchas y todo tipo de instalación que pueda provocar filtraciones de humedad.
- 17 Se deberá respetar lo indicado en la norma Nch 349 Of. 1999, Respecto de la seguridad en excavaciones.
SE DEBE DAR CUMPLIMIENTO A TODAS LAS NORMAS CHILENAS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES, Y EFECTUAR TODAS LAS ENTIBACIONES CORRESPONDIENTES.
- 18 Se recomienda prestar atención a problemas de filtración de aguas superficiales para no afectar los taludes.
- 19 De existir alta humedad al momento de la ejecución de los trabajos, se deberán tener conexiones eléctricas que cumplan con las normas de trabajo en condiciones de alta humedad.



7.4 Recomendaciones para no afectar a los vecinos y espacios públicos

- 20 La construcción de rellenos no deberá afectar la seguridad de las estructuras vecinas. En especial se deberá tener cuidado con los medianeros, que de ser necesarios, deberán ser reforzados o removidos previa autorización de los vecinos.
- 21 En caso que los taludes excavados se acerquen a construcciones existentes se debe verificar que entre la arista de la fundación más cercana al borde de él o los taludes, y el pie de estos, se pueda trazar una diagonal cuyo ángulo más desfavorable no puede ser superior a 45° respecto de la horizontal. En caso de dudas de aplicación de esta norma, o en caso que no exista el espacio suficiente para la generación de este ángulo, avisar inmediatamente a esta oficina para proceder al desarrollo del proyecto de entibación y/o socializado correspondiente.

7.5 Limitaciones de este estudio

- 22 Cambios de Arquitectura pueden invalidar total o parcialmente este informe, por lo tanto, de existir modificaciones, previas o posteriores al inicio de las obras, se debe remitir a esta oficina la versión de arquitectura a construir, y solicitar la revalidación del informe de mecánica de suelos mediante documento suscrito por su autor. De igual forma se debe proceder en caso de cambios de arquitectura durante el período de construcción.

Francisco Javier Ruz Vukasovic
M. Eng Geotechnical Engineer
Ingeniero Civil

MRJ/pbr

**Anexo N° 1: Estratigrafía**

Calicata	Horizonte N°	Rango Profundidad		Espesor	Descripción visual
1	0	0	0.2	0.2	Cobertura Vegetal
	1	0.2	0.8	0.6	Arcilla expansiva , de plasticidad alta, humedad media y color café oscuro. Suelo de estructura homogénea, de porosidad baja y consistencia firme, con 20% de arena aproximadamente. Se observan raíces y raicillas en contenido bajo. De acuerdo con el sistema USCS, clasifica como CL.
	2	0.8	5	4.2	Grava de origen fluvial en matriz arenosa, humedad media y color gris. Presenta una cementación media y de compacidad media. Contiene clastos sanos de forma sub redondeada de tamaño máximo de 4" y tamaño medio de 2". No se observan raíces ni raicillas. De acuerdo con el sistema USCS, clasifica como GP.
Observaciones A la fecha de exploración, Octubre 17 de 2013, la napa freática no fue detectada dentro de las profundidades reconocidas					



Calicata	Horizonte Nº	Rango Profundidad		Espesor	Descripción visual
2	0	0	0.2	0.2	Cobertura Vegetal
	1	0.2	0.9	0.7	Arcilla con características expansivas , de plasticidad alta, humedad media y color café oscuro. Suelo de estructura homogénea, de porosidad baja y consistencia firme, con 20% de arena aproximadamente. Se observan raíces y raicillas en contenido bajo. De acuerdo con el sistema USCS, clasifica como CL.
	3	0.7	5	4.3	Grava de origen fluvial en matriz arenosa, humedad media y color gris. Presenta una cementación media y de compacidad media. Contiene clastos sanos de forma sub redondeada de tamaño máximo de 4" y tamaño medio de 2". No se observan raíces ni raicillas. De acuerdo con el sistema USCS, clasifica como GP.
Observaciones A la fecha de exploración, Octubre 17 de 2013, la napa freática no fue detectada dentro de las profundidades reconocidas					

**Anexo N° 2: Ensayo de Infiltración****Coefficiente de Infiltración Método de Porchet**
Simulador Bomberos Talagante

Fecha: Octubre de 2013

Profundidad: 5,00 [m]

Calicata N° : 2

Operador: Mauricio Astorga

Tipo de Suelo: GP

R [mm] = 175 [mm]

D = 350 [mm]

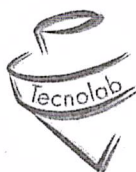
Nivel (h) [mm]	Tiempo		2h + R [mm]	Infiltración [mm/hora]
	[Seg.]	[horas]		
350	0	0,000	875	867
330	17	0,005	835	859
310	35	0,010	795	542
290	65	0,018	755	504
270	99	0,028	715	363
250	149	0,041	675	224
230	235	0,065	635	

Promedio

560



Anexo N° 3: Ensayos de Laboratorio



INFORME DE ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

Informe de Ensayo N° : 100.509 Orden de Trabajo N° : 030591/2013
Proyecto u Obra : 13052-Reposición Cuartel de Bomberos, Talagante.
Correlativo de Obra N° : 1
Dirección de la Obra : Talagante.
Mandante : RUZ VUKASOVIC Y CIA. LTDA.
Dirección Mandante : Av. Licenciado de las Peñas N° 4909, Ñuñoa.
Solicitado por : Sr. Claudio Acosta
Personal a cargo del muestreo : Cliente
Lugar de realización de los ensayos : Laboratorio Tecnolab
Fecha de muestreo : -- Fecha de recepción de muestras : 30/10/2013
Fecha de inicio de trabajos : 06/11/2013 Fecha de término de trabajos : 25/11/2013
Fecha de emisión : 25/11/2013

1.- Documentación Utilizada

Documentos utilizados para la toma de muestras	Orden de Trabajo N° 13052
Ensayos ejecutados	Granulometría (M.C.Vol.8.Secc.8.102.1 2012 (LNV 105))
	Límites de consistencia (NCh 1517/1 y /2.Of79)
	Clasificación de suelos (ASTM D2487-06)
	Densidad de partículas sólidas (NCh 1532.Of80)
	Humedad Natural (NCh 1515.Of79)
	Presión de Hinchamiento (ASTM D4546-03)

2.- Identificación de las Muestras Ensayadas

N° de Muestra	Identificación	Tipo de Muestra	Estado de la Muestra	
			Recibida	Ensayada
21979-1	P-1 H-2 cota: 0,50 m.	NP	x	x
21979-2	P-1 H-4 cota: 1,50 m.	P	x	x
21979-3	P-2 H-4 cota: 5,00 m.	P	x	x
--	--	--	--	--

Nota:

La descripción del tipo de muestra corresponde a:

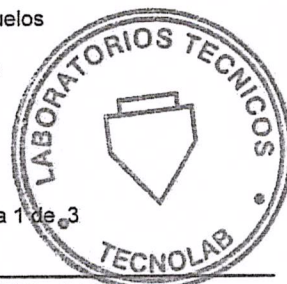
P: Muestra perturbada
NP: Muestra no perturbada
SH: Muestra obtenida por medio de tubo Shelby
CN: Muestra obtenida por medio de cuchara normal
CD: Muestra obtenida por medio de corona diamantada

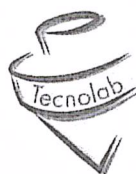
3.- Observaciones o Comentarios

Kricor Bzdigian K.
Ingeniero Civil
Gerente General

Responsable Area Mecánica de Suelos

- Las muestras serán almacenadas en TECNOLAB LTDA., hasta un periodo de 1 mes a contar de la fecha de emisión de este informe. Cumplido este periodo las muestras serán eliminadas, al menos que exista una solicitud del cliente para ensayos posteriores o su retiro.
- Los resultados informados se refieren únicamente a los ítems ensayados.
- El contenido del presente Informe de Ensayo no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la expresa autorización escrita del laboratorio.





ENSAYOS DE LABORATORIO

Informe de Ensayo N° : 100.509
Proyecto u Obra : 13052-Reposición Cuartel de Bomberos, Talagante.

A.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Pozo N°	1	1	2	--	--	--
Horizonte	2	4	4	--	--	--
Muestra N°	21979-1	21979-2	21979-3	--	--	--
Cota (m)	0,50	1,50	5,00	--	--	--
	--	--	--	--	--	--

B.- GRANULOMETRIA (MC Vol. 8 Secc. 8.102.1 2013 (LNV 105))

Fecha de ensayo	15-nov	12-nov	11-nov	--	--	--
Tamaños nominales de abertura (mm)	(porcentaje acumulado que pasa)					
80	--	100	100	--	--	--
63	--	96	94	--	--	--
50	--	89	85	--	--	--
40	--	75	72	--	--	--
25	--	64	53	--	--	--
20	--	55	43	--	--	--
10	--	39	26	--	--	--
5	--	29	18	--	--	--
2	100	26	14	--	--	--
0,5	97	20	10	--	--	--
0,08	75	4	3	--	--	--
Sobretamaño mayor a 80 mm (%)	--	6	10	--	--	--

C.- LIMITES DE CONSISTENCIA (NCh 1517/1 y /2.0f79)

Fecha de ensayo	20-nov	20-nov	20-nov	--	--	--
Tipo de acanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	--	--	--
Método de ensayo empleado	Mecánico	Mecánico	Mecánico	--	--	--
Límite Líquido (%)	47	21	18	--	--	--
Límite Plástico (%)	18	--	--	--	--	--
Índice de Plasticidad	29	N.P.	N.P.	--	--	--

D.- CLASIFICACION DE SUELOS (ASTM D2487-06)

Símbolo del Grupo USCS (*)	CL	GP	GP	--	--	--
----------------------------	----	----	----	----	----	----

E.- DENSIDAD DE PARTICULAS SOLIDAS (NCh 1532.0f80)

Fecha de ensayo	18-nov	12-nov	12-nov	--	--	--
Densidad de partículas sólidas (g/cm³)	2,430	2,618	2,581	--	--	--

F.- DETERMINACION DE LA HUMEDAD (NCh 1515.0f79)

Fecha de ensayo	14-nov	06-nov	06-nov	--	--	--
Humedad (%)	16,1	1,1	1,5	--	--	--

G.- DESGASTE DE LAS GRAVAS, método de la máquina de los ángeles (NCh 1369.0f78)

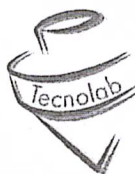
Fecha de ensayo	--	--	--	--	--	--
Grado de ensayo	--	--	--	--	--	--
Desgaste de la grava (%)	--	--	--	--	--	--

H.- CUBICIDAD DE PARTICULAS (MC Vol. 8 Secc. 8.202.6 2013 (LNV 3))

Fecha de ensayo	--	--	--	--	--	--
Chancado total (%)	--	--	--	--	--	--
Rodadora total (%)	--	--	--	--	--	--
Laja total (%)	--	--	--	--	--	--

(*) Ensayo no incluido dentro del alcance de la acreditación INN.





ENSAYOS DE LABORATORIO

Informe de Ensayo N° : 100.509
Proyecto u Obra : 13052-Reposición Cuartel de Bomberos, Talagante.

A.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Pozo N°	1	--	--	--	--	--
Horizonte	2	--	--	--	--	--
Muestra N°	21979-1	--	--	--	--	--
Cota (m)	0,50	--	--	--	--	--
Fecha de ensayo	13-nov	--	--	--	--	--

B.- LIMITES DE CONSISTENCIA (NCh 1517/3.Of79 (*))

Límite de contracción (%)	--	--	--	--	--	--
Relación de contracción (g/cm ³)	--	--	--	--	--	--

C.- HINCHAMIENTO LIBRE Y PRESION DE HINCHAMIENTO (ASTM D4829-03 y D4546-03 (*))

Humedad natural (%)	--	--	--	--	--	--
Humedad (secado al aire 24 hrs) (%)	--	--	--	--	--	--
Hinchamiento libre (%)	--	--	--	--	--	--
Presión de hinchamiento (kg/cm ²)	1,10	--	--	--	--	--

D.- HINCHAMIENTO LIBRE COLAPSADO (ASTM D4546-03 (*))

Humedad natural (%)	--	--	--	--	--	--
Humedad (secado al aire 24 hrs) (%)	--	--	--	--	--	--
Deformación final c/ 4 kg/cm ² , sin saturar (1) (%)	--	--	--	--	--	--
Deformación final c/ 4 kg/cm ² , saturado (2) (%)	--	--	--	--	--	--

E.- DENSIDAD NATURAL SECA (DSNR BD P14 B-1 (*))

Densidad natural seca (Mg/m ³)	--	--	--	--	--	--
--	----	----	----	----	----	----

(*) Ensayo no incluido dentro del alcance de la acreditación INN.

(1): Deformación final posterior a 24 horas bajo carga de 4 kg/cm², en estado de humedad natural.

(2): Deformación final posterior a 24 horas bajo carga de 4 kg/cm² en estado saturado partiendo de cero con respecto a la deformación sin saturar.





Anexo N° 4: Informe Velocidad de Ondas de Corte

1.0 INTRODUCCION

La empresa Ruz y Vukasovic Ingenieros Asociados Ltda. Solicitó un estudio de velocidad de ondas de corte de suelos para el terreno del proyecto Bomberos Talagante, Comuna Talagante

Equipo utilizado para las mediciones fue: Daqlink

Técnicos que realizaron la medición : Raúl Encalada, Tomas Encalada

Fecha : 25 Octubre 2013

Proyecto : 13052

La medición consistió en:

- 2 perfiles ReMi para determinación de velocidad de ondas de corte Vs hasta al menos 30mde profundidad.



Figura 1: Localización sector de estudio sísmico proyecto Bomberos Talagante, Comuna Talagante

2.0 EJECUCIÓN ESTUDIO Y RESULTADOS

2.1 Trabajo en Terreno

El registro de datos en terreno se realizó el día 25 de Octubre del 2013.



Figura 2: Localización del Perfil Sísmico para Vs.

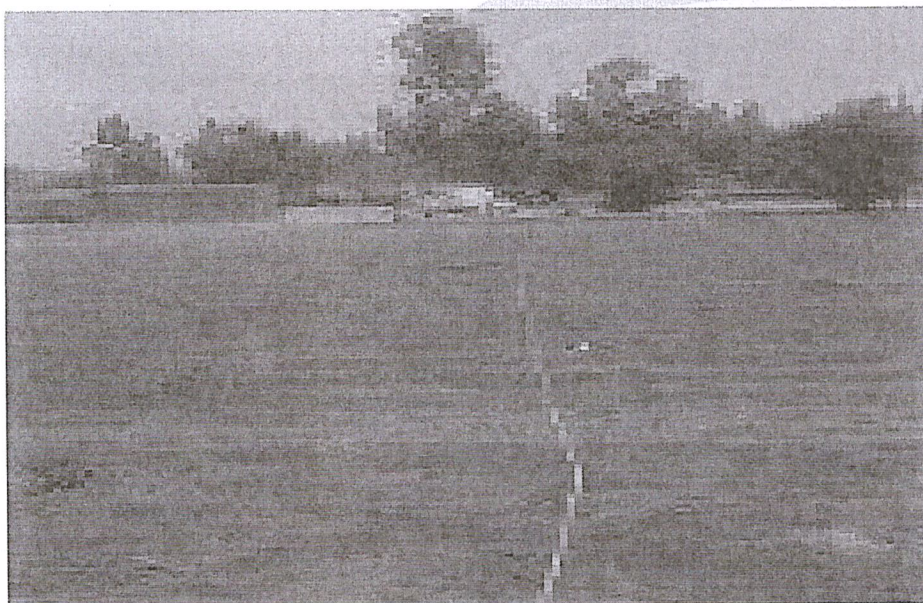


Figura 3: Imágenes durante la ejecución del trabajo con la disposición de geófonos en terreno.
Para perfiles ReMi se usan geófonos verticales de 4.5 Hertz.

2.2 Resultados Perfil ReMi Onda-S

Perfil sísmico N°1

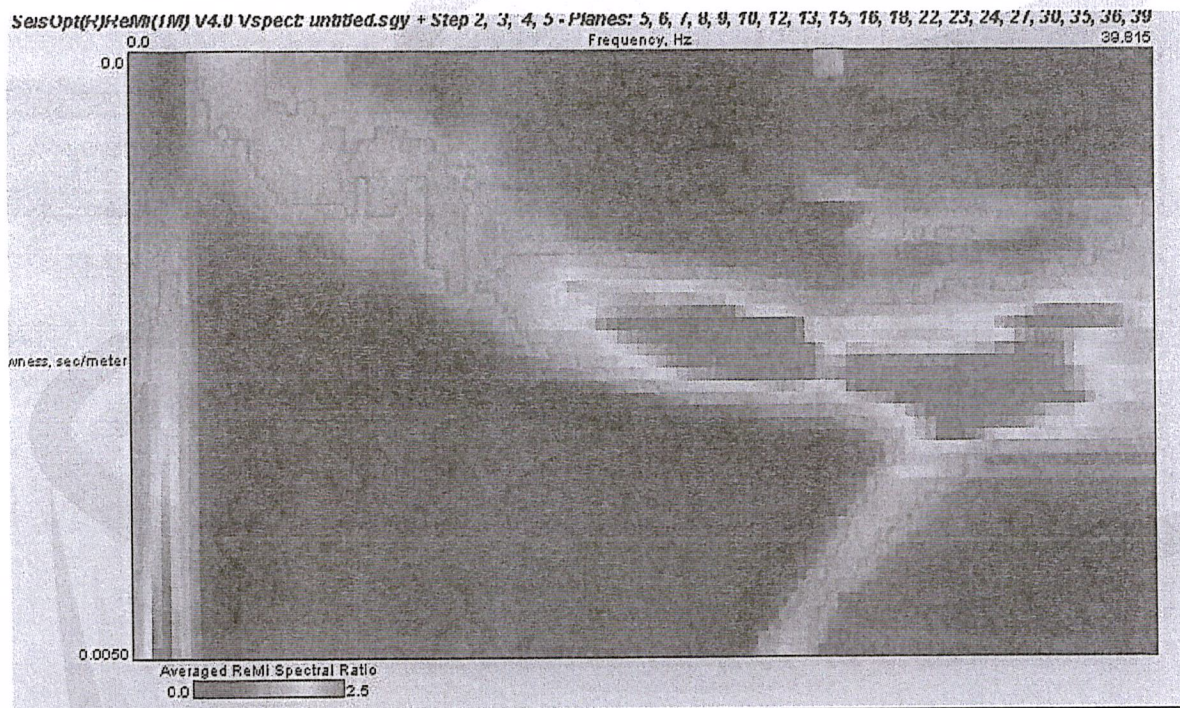


Figura 4: Diagrama dispersión espectral de registro de microtremores en Perfil ReMi.

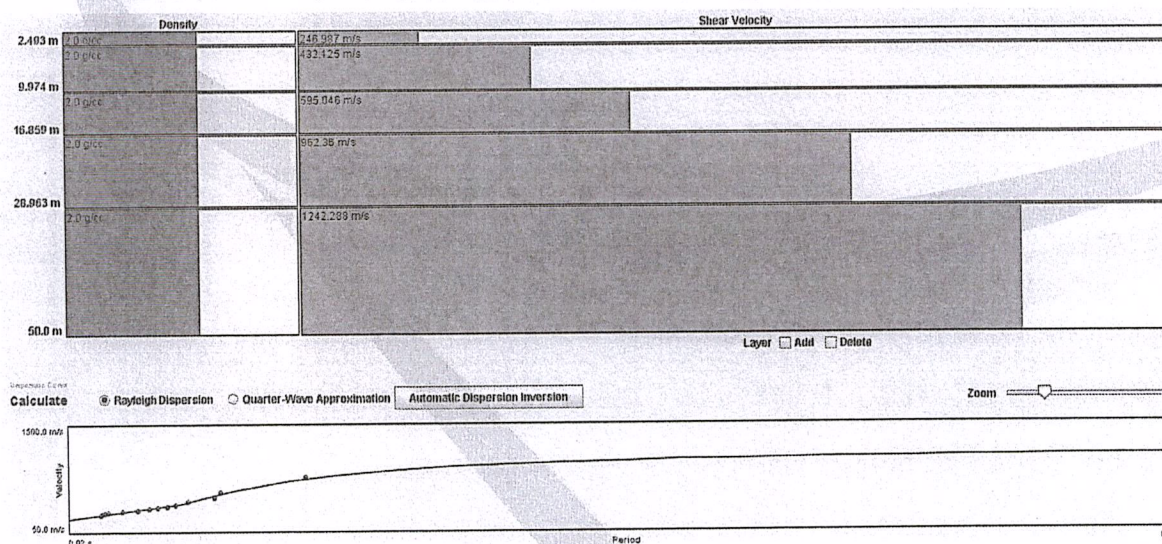


Figura 5: Interpretación de microtremores en Perfil Sísmico ReMi para determinación de Vs en estratos hasta 50m de profundidad



DE	A	Velocidad (m/s)
0	2,493	246,987
2,493	9,974	432,125
9,974	16,859	595,046
16,859	28,963	962,36
28,963	50,0	1242,288

Figura 6: Perfil de velocidad de ondas de corte Vs.

Perfil sísmico N°2

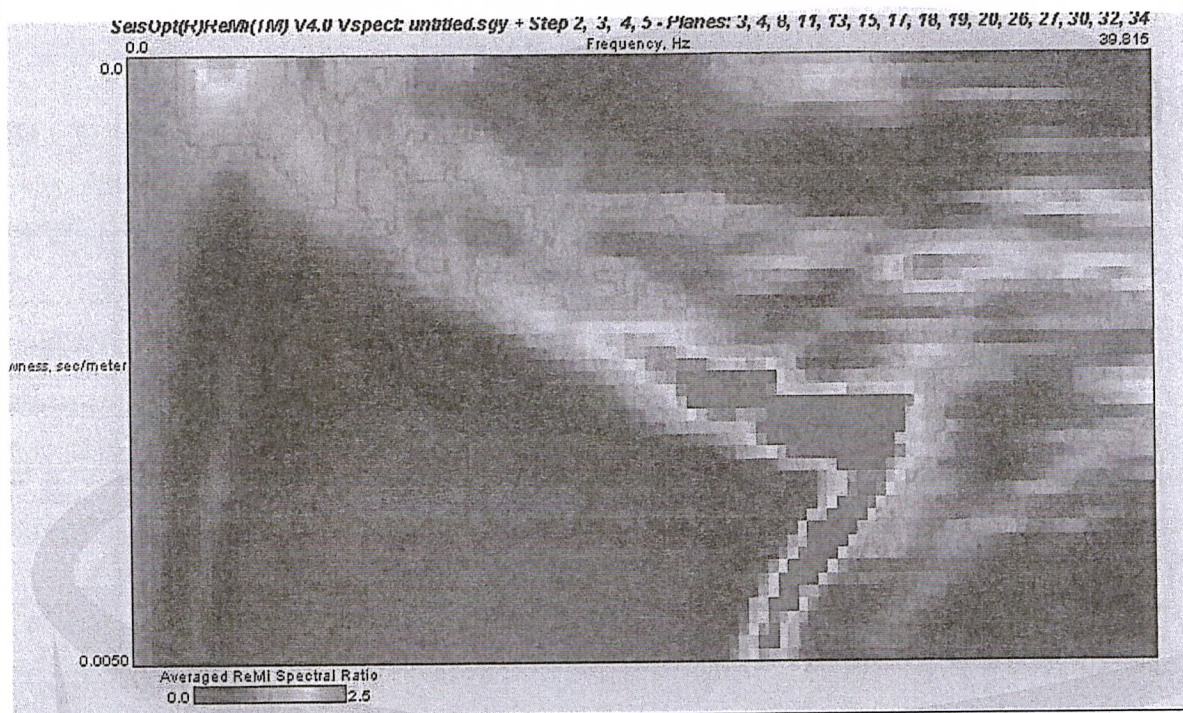


Figura 7: Diagrama dispersión espectral de registro de microtremores en Perfil ReMI.

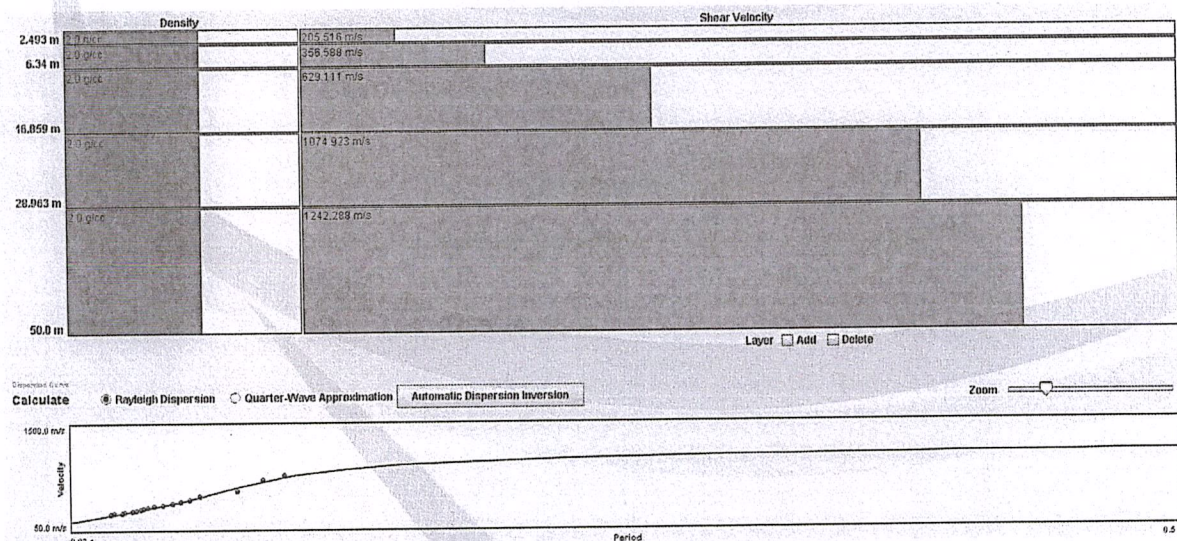


Figura 8: Interpretación de microtremores en Perfil Sísmico ReMI para determinación de Vs en estratos hasta 50m de profundidad.



DE	A	Velocidad (m/s)
0	2,493	205,516
2,493	6,34	356,588
6,34	16,859	629,111
16,859	28,963	1074,923
28,963	50,0	1242,288

Figura 9: Perfil de velocidad de ondas de corte Vs.

2.3 Cálculo de Velocidad Vs_30 según Norma NCH433

$$v_{s30} = 30 / \sum_i \frac{h_i}{v_i}$$

Vs REMI (m/s): La velocidad media de ondas de corte de 30m bajo terreno natural (Vs_30) es utilizada para clasificar el suelo.

Perfil N°1 Vs_30 = 572.65 m/s

Perfil N°2 Vs_30 = 579.89 m/s



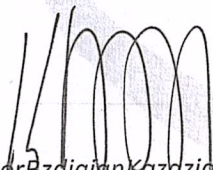
3.0 CONCLUSIONES

Se utilizó el método sísmico ReMI para medir la velocidad de ondas de corte Vs para el proyecto Bomberos Talagante, Comuna Talagante

- De acuerdo a los resultados obtenidos, el cálculo de Vs₃₀ es el siguiente:

Perfil N°1 Vs₃₀ = 572.65 m/s

Perfil N°2 Vs₃₀ = 579.89 m/s


Kricor Bzdigian Kazazian
Gerente Técnico
Ingeniero Civil

Santiago 04 de Noviembre, 2013



Tecnolab Prospecciones Sociedad Ltda.

Servicios de Ingeniería en Análisis de Suelos, Geología y Prospecciones.

Informe Velocidad de Ondas de Corte

Bomberos Talagante

Informe N°282

04 Noviembre 2013