

INFORME MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: DISEÑO REPOSICION ESCUELA ESPECIAL
ÑIELOL, TEMUCO.

UBICACION: BALMACEDA Nº325, COMUNA DE TEMUCO
REGION DE LA ARAUCANIA.



	22-04-2016	Entrega Informe Mandante	D.R.C	C.M.Ñ.
I	FECHA	OBSERVACIONES	PREPARO	REVISO
REV				

INDICE

ITEM	CONTENIDO	Nº PÁG.
I.	INTRODUCCIÓN	3
II.-	RECOPILACION DE ANTECEDENTES	5
III.-	GEOLOGIA DEL SECTOR EN ESTUDIO	6
IV.-	ANTECEDENTES DE MECÁNICA DE SUELOS	14
V.-	PARAMETROS GEOTÉCNICOS SUELO DE FUNDACION	21
VI.-	TIPO DE SUELO SEGUN LA NORMA SISMICA 433	37
VII.-	PARAMETROS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS	38
VIII.-	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y CONSTRUCTIVAS	39
IX.-	ESPECIFICACIONES GENERALES	44
ANEXO I	ENSAYOS DE LABORATORIO	
ANEXO II	INFORME CLASIFICACION SISMICA SEGÚN DS.61	
ANEXO III	INFORME TECNICO TERRENO EJECUCION SONDAJE GEOTECNICO	

I.- INTRODUCCIÓN

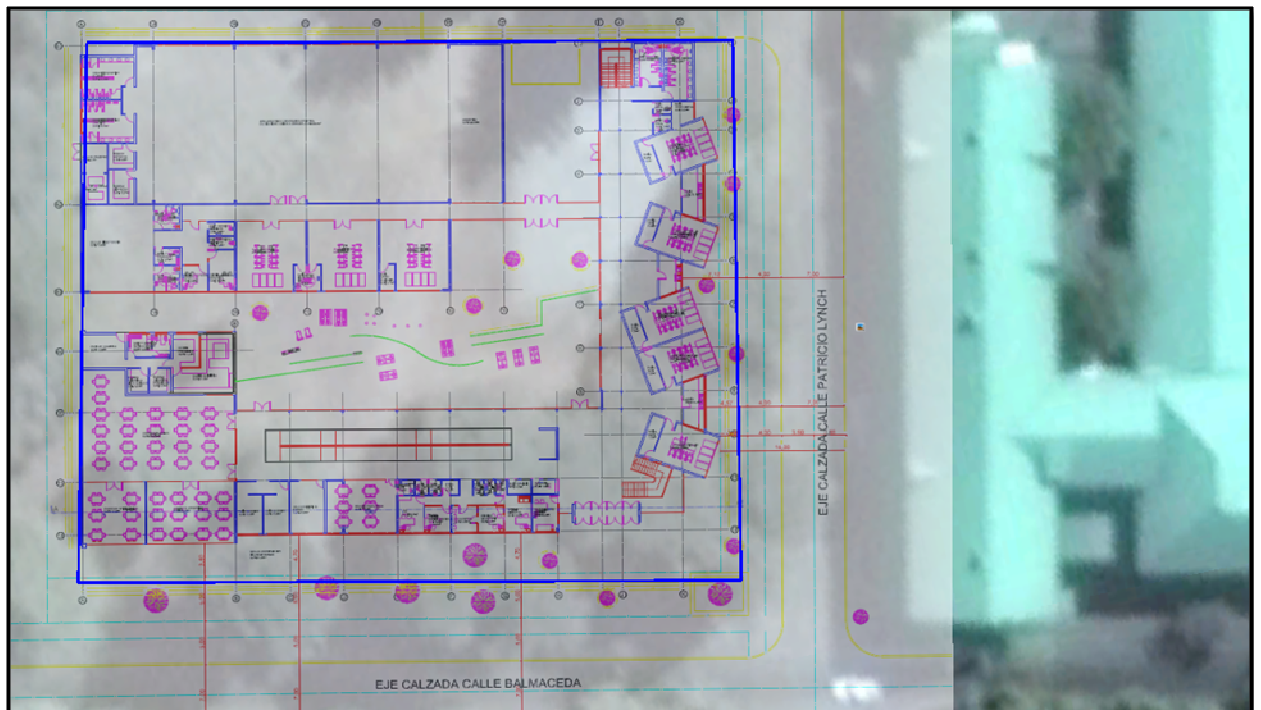
El presente informe corresponde al estudio de mecánica de suelos correspondiente al proyecto denominado “Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol”, ubicado en la calle Balmaceda N°325, Comuna de Temuco, Región de la Araucanía.

El proyecto consiste básicamente en la materialización de varios edificios de uno, dos y tres niveles con un sector de zócalo, contemplando la construcción de salas de clases, salas de reuniones, auditorios, casino, etc., instalaciones típicas para estructuras destinadas a uso educacional.

El terreno comprende una superficie aproximada de 5000 m² con la siguiente conformación de superficies (m²):

CUADRO DE SUPERFICIES	
SUPERFICIE ZONA ZOCALO	540,34
SUPERFICIES PRIMER PISO	2873,1
SUPERFICIE SEGUNDO PISO	876,86
SUPERFICIE TERCER PISO	777,46
SUPERFICIE TOTAL	5067,76

El terreno donde emplaza el proyecto se indica en las siguientes imágenes:





Este informe persigue principalmente los siguientes objetivos:

1.-Estratigrafías detalladas de suelo de acuerdo a la ejecución de calicatas y sondaje.

2.-Parámetros geotécnicos necesarios para el cálculo estructural

- i) Capacidad de soporte admisible a nivel de fundación
- ii) Asentamientos esperados
- iii) Constante de balasto
- iv) Parámetros del suelo para el diseño de los pavimentos proyectados

3.-Nivel de fundación recomendado

4.-Especificaciones técnicas constructivas y de diseño

- i) Materiales a emplear en rellenos.
- ii) Materiales para mejoramiento de suelo de fundación.
- iii) Tratamiento de los sellos de fundación y rellenos.

5.-Clasificación sísmica de suelos según normativa vigente

II.- RECOPILACION DE ANTECEDENTES

Dentro de los antecedentes utilizados para la confección de este informe se encuentran:

- a) Muestras y estratigrafías obtenidas por personal de Eecolab Ltda. en la visita a terreno efectuada en Enero del 2016.
- b) Informe de ensayos de Eecolab Ltda. los cuales se entregan en el anexo respectivo y corresponden a los siguientes:
 - N°T – 2855– 7789 / 2016 (Estratigrafía y ensayos calicatas)
 - N°T - 2855 - 7790 / 2016 (Densidad in situ muestras calicatas)
 - N°T – 2855 – 7844 / 2016 (Ensayos sondaje)
- c) Conversaciones y antecedentes proporcionados por el Arquitecto Sr: Carlos Ulloa de Arquitectónica Ltda.
- d) Curso aplicado de cimentaciones, José María Rodríguez, 1989.
- e) Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Quinta Edición, Braja M. Das, 2006.
- f) Diseño de fundaciones superficiales, Lucero Fiegehen Augusto, 1990.
- g) NCh 433 Of.96 modificada 2009 del I.N.N.
- h) Decreto Supremo N° 61 de fecha 13-12-2011 del MINVU.
- i) Geología del área Temuco Nueva Imperial, Región de la Araucanía, Carta Geología Chile, escala 1:100.000 preparado por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).
- j) Estudio geofísico mediante método ReMi para clasificación sísmica de suelos según D.S. N° 61 de año 2011 efectuado por Eecolab Ltda y cuyos resultados se entregan en Anexo II.
- k) Informe Técnico de Terreno Perforación Sondaje Geotécnico efectuado por Eecolab Ltda para Proyecto: Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco y cuyo desarrollo se detalla en Anexo III.
- l) Informe de mecánica de suelos realizado por Liem para Municipalidad de Temuco el año 2013.

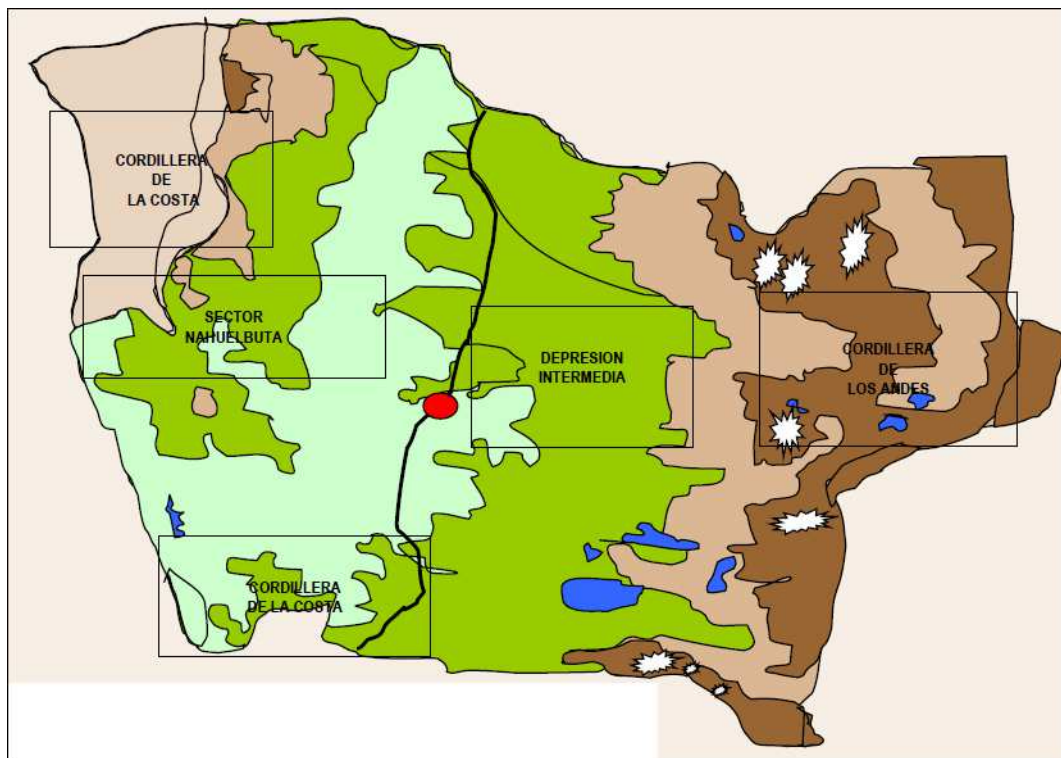
III. - GEOLOGIA DEL SECTOR EN ESTUDIO

I. Introducción

Geomorfológicamente la comuna de Temuco se encuentra dentro de la unidad del Llano Central con morrenas de ablación que son aquellos cordones montañosos que han sido sedimentados sobre el lecho del glaciar, presentan materiales heterogéneos, pero lo más característico es la presencia de grandes bloques dispersos a lo largo del trayecto; y conos de solifluxión periglacial, estos son conos formados por el desplazamiento masivo y lento por gravedad de formaciones arcillosas u otros tipos de suelo a causa de la plasticidad y fluidez adquirida por aquéllos cuando absorben gran cantidad de agua. El llano central o Depresión Intermedia comienza a adoptar en esta zona características representadas por una topografía fuertemente ondulada, en la cual los ríos se profundizan con gran energía.

2. Marco geotectónico Regional

En el caso de la región de la Araucanía, se aprecia una combinación distinta de rasgos orográficos inmediatamente al sur del Biobío. La Cordillera de la Costa de súbito cobra nuevos bríos, y con carácter de muro se alza por encima de los 1.000 m.: es la cordillera de Nahuelbuta. El valle Longitudinal se transforma en una planicie fuertemente ondulada, con un relieve local que sobrepasa los 2000 m.



Morfo estructuras de la región de la Araucanía

El valle Longitudinal, como gran entidad de relieve, se estrecha paulatinamente hacia el sur. La cordillera de Nahuelbuta por su parte, se deprime notablemente hacia el sur, para continuar con alturas que alcanzan los 700 m. para declinar en las cercanías del Río Imperial. Al sur de este río no existe ningún relieve que pueda clasificarse como cordillera. Una orografía ondulada, pero de ningún modo conspicua, la reemplaza, y todo el valle Longitudinal, cae hacia la costa hasta empalmar con las formas litorales, sin continuidad.

El volcanismo más importante se observa en la parte anterior de la cordillera, en donde un cordón continuado delimita por el W al valle de Lonquimay (alto Biobío). Este cordón cuenta como eminencias principales a los volcanes de Tolhuaca y Lonquimay, con 2.780 m. y 2.822 m. respectivamente. El volcán Llaima se presenta más al sur en este mismo cordón y alcanza con su cumbre los 3.124 m.

Esta región presenta como macro formas principales la Depresión Intermedia o Valle Central, la de mayor presencia a nivel regional (16.645,5 Km² -52.4% de la superficie Regional), la que por su situación ha recibido plena influencia de los rasgos del macro relieve que la flanquean por el Este y el Oeste (Cordillera de Los Andes y Cordillera de La Costa), y a su vez es donde se desarrollan la mayor cantidad de obras de infraestructura económica y social.

3. Marco Geotectónico local

La comuna de Temuco, se encuentra entre las unidades físicas de la Depresión de Cholchol y la unidad física conocida como Cono Aluvial del Cautín. La mayor parte de la superficie de la comuna se encuentra inserta en esta última unidad, la cual se ubica en la parte central de la faja del pie del monte precordillerano andino. Este amplio territorio no posee un único río axial, pero el río Cautín se considera el más importante por su superficie, posición central y monto de sus caudales (152m³/seg.)

Por su parte la unidad física conocida como depresión de Chol-Chol se extiende por el Norte hasta el valle del Traiguén y su límite meridional queda más al sur del valle del Toltén; por el Oeste se presenta una línea de contacto que pasa por Nueva Imperial y, por el Este, otra que pasa por Temuco.

De esta forma la Comuna se inserta dentro de estas dos grandes unidades morfológicas, las que configuran y modelan el paisaje geográfico del área de estudio.



Límite territorial de Temuco.

4. Marco Geológico local

Se considera que la depresión intermedia se formó en el Plioceno superior cuando el mar inicia un periodo de regresión, pasando a constituirse en el único gran receptáculo para los materiales provenientes de los Andes (cuya fase de solevantamiento se había iniciado en el Cretácico y se extendió hasta el Terciario) y de la Cordillera Costera, en menor medida.

Tales materiales tienen una gran autenticidad glacial, pues, por ejemplo, en Temuco y Lautaro, toda la estructura trezada que presenta el paisaje deriva de la presencia de variadas formas y micro formas de este origen: los conos proglaciares, los balones de solifluxión periglacial, los depósitos caóticos de rodados podridos acumulados por aguas tranquilas de fusión de glacial, los depósitos de rodados multicolores con un paleodrenaje de viejos sistemas lacustres, etc.

Los depósitos geológicos de todo el límite comunal de Temuco provienen principalmente de secuencias sedimentarias y volcánicas de la era Cenozoica, particularmente de los periodos Paleógeno y Cuaternario.

CUATERNARIO

En toda el área urbanizada de Temuco predominan las unidades geológicas propias del periodo Cuaternario.

- **Ql**

Pleistoceno-Holoceno

Depósitos aluviales generados por la sedimentación de materiales transportados por avenidas de agua, coluviales y de remoción en masa; en menor proporción fluvioglaciales, deltaicos, los cuales consisten principalmente de arcillas ricas en materia orgánica, de origen marino o provenientes de los diques naturales; litorales o indiferenciados.

- **Qf**

Pleistoceno-Holoceno

Depósitos fluviales, gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.

Sedimentos Fluvioglaciales

Su origen se relaciona con mecanismos fluvioglaciales y/o corrientes de barro y/o lahares, que corresponden a sectores de construcción granulométrica, desde fracciones finas hasta bloques angulosos de grandes dimensiones y de diferentes petrografías, presentando una matriz limo-arenosa que rellena los espacios intersticiales. Presentan mala selección y están poco consolidados.

El aspecto característico de los sedimentos fluvioglaciales es su distribución en terrazas dentro de los valles urbanos, a modo de ejemplo las series de poblaciones como Galicia, Planta Coca-Cola, etc.; su terraza inmediatamente superior está representada por la población Ganaderos; luego del centro urbano de la ciudad.

El punto superior corresponde a la zona de cresta en donde se construyó la Copa de Agua al final de la Av. Pedro de Valdivia. Existe aún otra descomposición en terraza y es la que corresponde al actual cauce principal del río Cautín y cuyo proceso de deterioro de la costa se puede observar por analogía con el desprendimiento de un sector de la ribera izquierda del río Cautín, y cuyo descenso cercano a los 10 m provocó una isla (Isla Cautín).

Las terrazas presentan fragmentos líticos derivados de morrenas retransportadas en medios fluviales de alta energía, las cuales registran horizontes de carbones jóvenes a profundidades de 60 m, y otros de tipo superficial entre 40 y 60 cm. del suelo urbano (113msnm) e incluso en los cerros Nielol y Conunhueno (ambos a 370 msnm), antecedentes que indican periodos de recurrencia volcánica con fusión de hielo y nieve e incendios de áreas forestales a nivel regional.

Sedimentos Aluviales

Su acumulación está controlada fundamentalmente por la gravedad y corresponden a materiales no consolidados, cuyos constituyentes elásticos de carácter anguloso y subanguloso, presentan una distribución variable de sus tamaños desde bloques a arcilla, esta última en pequeña proporción. La extensión de arena de estos depósitos, se restringe a las zonas de fluvios en las bases de las quebradas, en este caso, las correspondientes a las faldas SE de la cuchilla del Cerro Mariposa Bajo (370 msnm), perteneciente al cordón norte del Cerro Nielol.

De acuerdo a la ubicación del proyecto corresponden aproximadamente las coordenadas 18H Norte: 5709337 y Este: 709259 respectivamente. Se ubica en la unidad geológica **Plgf I** del Mapa de geología del área de Temuco y Nueva Imperial, elaborado por Sernageomin:

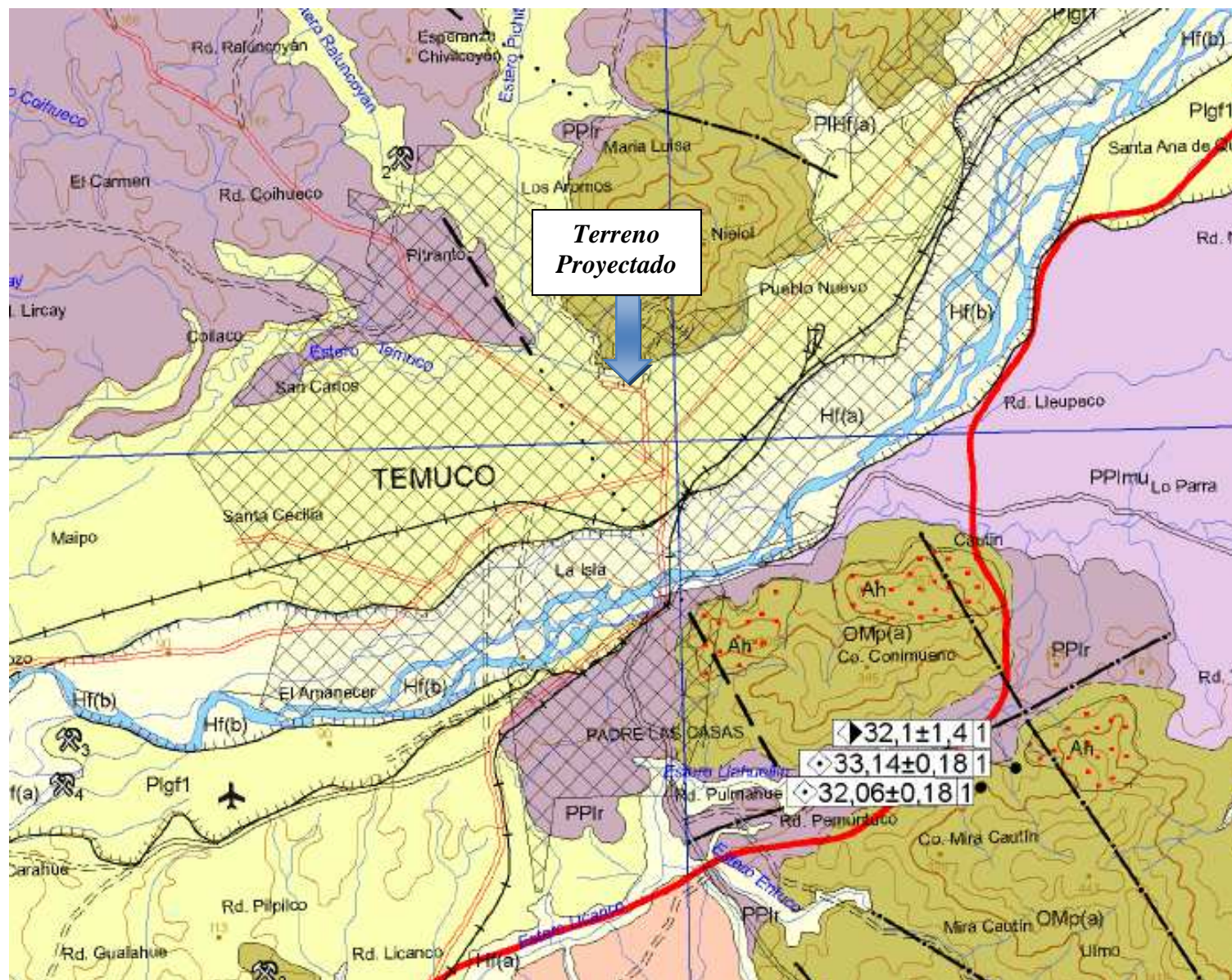
Plgf I

Glaciación Llanquihue (Pleistoceno Superior)

Depósitos glaciofluviales

Gravas y arenas. Las gravas son clastosoportadas, moderada a bien seleccionadas, con estratificación horizontal, granodecreciente y cruzada. Fragmentos moderadamente frescos con pátinas de óxidos de hierro y manganeso (< 2 mm), redondeados a subredondeados, compuestos por andesitas, andesitas basálticas, rocas graníticas y cuarzo, insertos en una matriz de arenas gruesas a intermedias.

Se adjunta ubicación del sector en estudio dentro del mapa geológico:



FALLAS GEOLÓGICAS EXISTENTES

Debido a la escasez de información autores han establecido la existencia de una falla denominada falla de Lanalhue esta se extiende de noroeste a sur este en la cordillera de Nahuelbuta pasando por el lago Lanalhue de donde toma su nombre, luego continuando por la región de la Araucanía, atravesando los cerros Humpil-Ñielol, Conun-huenu y llegando a los volcanes Villarrica, Quetrupillan y Lanín formando parte de la Placa de Chiloé. Esta tendría un salto aparente vertical de 500 m y pondría en contacto las rocas de la Formación Pilmahue (Tm1-Piv) con los materiales líticos de la Formación Cholchol. Esta falla poco conocida atraviesa la ciudad de Temuco.

También existe otra serie de fallas locales que afectan principalmente al cordón del Cerro Ñielol que no tendrían mayor incidencia en la comuna. En consecuencia la falla que pasa a través de todo el sector regional podría poner en una situación de peligro potencial el espacio que haya intervenido el hombre o construido en derredor de la misma. Esta falla fue una de las causantes del sismo de mayor magnitud en Chile el 21 de Mayo de 1960 (*Daniel Melnick, Bodo Bookhagen, Manfred R. Strecker, y Helmut P. Echtler. 2009. Segmentation of megathrust rupture zones from fore-arc deformation patterns over hundreds to millions of years, Arauco peninsula, Chile*).



Localización de Falla de Lanalhue

Aunque no existen evidencias geológicas de activamiento o nuevos desplazamientos de los bloques de esta falla ante eventos sísmicos de magnitud, ello no descarta su ocurrencia. Como antecedente se debe considerar que estos últimos tendrían mayor probabilidad de manifestarse en el área de la Comuna de Temuco que en los territorios más al norte o más al sur según los antecedentes disponibles a la fecha.

Se considera recomendable que en torno de la faja establecida se incrementen las exigencias antisísmicas y el reforzamiento de las fundaciones de nuevas construcciones.

RECOPILACIÓN DE ANTECEDENTES:

- *ESTUDIO DE RIESGOS PARA EL PLAN REGULADOR COMUNAL DE TEMUCO, UNIVERSIDAD DE CHILE, FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO*
- *PLAN REGULADOR COMUNAL DE TEMUCO: MEMORIA EXPLICATIVA, CAPITULO II CENTROS URBANOS DE LA COMUNA.*
- *MAPA GEOLOGIA SECTOR TEMUCO NUEVA IMPERIAL – ELABORADO POR SERNAGEOMIN.*
- *APUNTES UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN.*

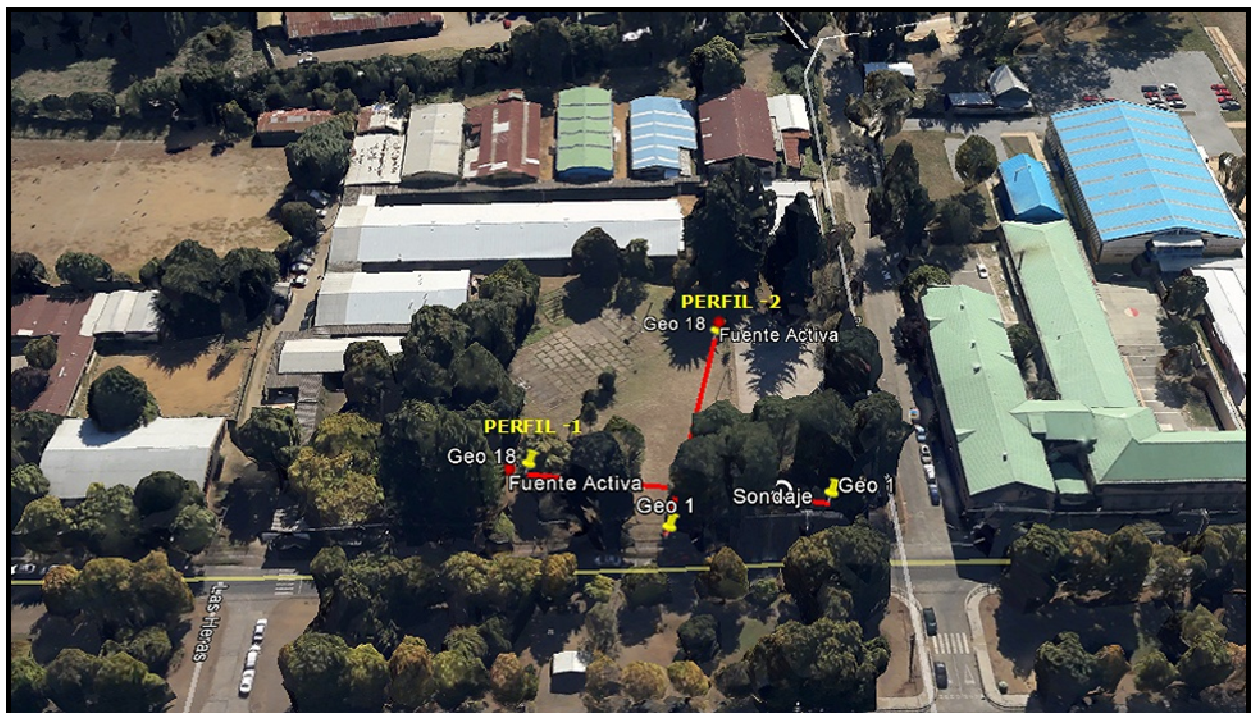
IV. - ANTECEDENTES DE MECÁNICA DE SUELOS

Para la exploración de suelos correspondiente al sector de emplazamiento de la obra proyectada se efectuaron cinco (5) prospecciones del tipo calicata y un sondaje con el objetivo de verificar el perfil estratigráfico según el siguiente detalle.

El detalle de estas prospecciones es el siguiente:

Exploración N°	Profundidad aprox.(m)	Fecha ejecución	Nivel de napa (m)
P-1	4.00	18-01-2016	No se detecta
P-2	4.00	18-01-2016	No se detecta
P-3	4.00	18-01-2016	No se detecta
P-4	4.00	18-01-2016	No se detecta
P-5	4.00	18-01-2016	No se detecta
S-1	30.0	15-01-2016 al 28-01-2016	8.40

Adicionalmente, para clasificación sísmica de suelos se realizaron ensayos geofísicos del tipo ReMi los cuales se ubicaron según se indica en la siguiente imagen:



Con el objeto de cumplir los objetivos planteados, se ejecutaron los siguientes ensayos a las muestras obtenidas, del tipo perturbada y no perturbada.

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Clasificación de suelos según la USCS
- Densidad natural seca
- Densidad in situ
- Humedad natural
- Peso específico
- Compresión no confinada
- Proctor modificado
- CBR
- Infiltración Porchet
- Determinación de la densidad en terreno
- Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

A continuación se presentan las propiedades y resultados más representativos del sector en estudio:

Tabla 1 - Resumen de algunos ensayos realizados en muestras de calicatas.

Calicata N°	Tipo Suelo	Cota [m]	Horizonte	Densidad natural Seca [gr/cm3]	Humedad natural [%]	Densidad Natural [gr/cm3]	Índice de Vacíos	Índice de Plasticidad	Finos bajo malla #200. [%]	CBR 90% D.M.C.S	CBR 95% D.M.C.S
1	MH	0.60	1	0.945	18.4	1.118	-	10	77	5.8	9.2
2	MH	1.30	1	1.022	31.5	1.343	1.547	-	-	-	-
2	SM	2.90	3	1.576	14.5	1.804	0.703	NP	17	-	-
3	MH	0.70	1	1.426	13.8	1.622	0.845	-	-	-	-
3	GW-GM	2.00	2	1.880	9.7	2.062	-	7	7	62.0	110.0
4	GP-GM	1.80	2	-	10.0	-	-	12	7	-	-
5	MH	0.80	1	0.951	23.1	1.170	-	8	70	4.8	6.7
6	MH	1.00	1	0.872	34.1	1.169	2.043	14	85	-	-
6	GP-GM	3.50	2	1.706	8.9	1.857	-	NP	7	61.0	114.0

Tabla 2.-Densidades in Situ

Calicata N°	Tipo Suelo	Cota [m]	Horizonte	D.C.H. [Kg/m3]	Humedad [%]	D.C.S. [Kg/m3]	Referencia D.M.C.S. [Kg/m3]	% Compactación Referido a D.M.C.S
1	MH	0.60	1	984	14.7	858	1220	70.3
3	MH	0.60	1	1092	15.9	942	1220	77.2
5	MH	0.80	1	1005	16.3	864	1210	71.4

Tabla 3- Resumen de algunos ensayos realizados en muestras de sondajes

Sondaje N°	Tipo Suelo	Cota [m]	Densidad natural Seca [gr/cm3]	Humedad natural [%]	Densidad Natural [gr/cm3]	Índice de Vacíos	Índice de Plasticidad	Finos bajo malla #200. [%]	CBR 90% D.M.C.S	CBR 95% D.M.C.S
I	MH	0.00-0.45	-	17.7	-	-	15	52	-	-
I	GP-GM	0.45-3.00	-	4.3	-	-	NP	8	-	-
I	GP-GM	3.00-6.00	-	4.1	-	-	NP	12	-	-
I	GP-GM	6.00-9.00	-	4.8	-	-	NP	9	-	-
I	GP-GM	9.00-12.00	-	4.1	-	-	NP	6	-	-
I	GP-GM	12.00-15.00	-	5.6	-	-	NP	5	-	-
I	GM	15.00-18.00	-	11.4	-	-	NP	11	-	-
I	GP-GM	18.00-21.00	-	9.6	-	-	NP	9	-	-
I	GP-GM	21.00-24.00	-	10.8	-	-	NP	10	-	-
I	GP-GM	24.00-27.00	-	6.1	-	-	NP	8	-	-
I	GP-GM	27.00-30.00	-	4.0	-	-	NP	8	-	-

El terreno explorado presenta una estratigrafía relativamente homogénea con estratos predominantemente limosos en superficie y granulares en profundidad, los cuales se distinguen claramente in situ por su color y partículas constituyentes.

El terreno presenta casi en su totalidad un estrato de relleno en superficie, conformado por gravas limosas.

La estratigrafía representativa del terreno en estudio se describe a continuación:

UNIDAD 1 (desde 0.0-0.10m hasta 0.90-2.40m): Desde superficie se detecta limo inorgánico de color café y consistencia firme tiene estructura homogénea, está conformado por un porcentaje de finos bajo la malla N°200 alrededor del 80%, su plasticidad es baja con un valor de IP alrededor de 10, no presenta cementación, se observan raíces y raicillas abundantes, olor terreo.

Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.

En cuanto a su resistencia presenta valores de q_u (Kg/cm²) altos como se observa en la tabla siguiente.

Calicata N°	Cota (m)	q_u (kg/cm ²) natural	q_u (kg/cm ²) remoldeada	Clasificación USCS
2	1.30	2.770	0.405	MH
3	0.70	1.657	3.533	MH
6	1.00	1.108	0.502	MH

UNIDAD 2 (desde 2.40m hasta fin de exploración (4.00m): Específicamente en sector de calicata P-2, se detecta arena limosa de color gris a gris oscuro tiene compacidad muy alta, estructura micro-conglomerada, no tiene plasticidad, y está conformada por un porcentaje de finos bajo la malla N°200 alrededor del 15 %, su humedad es media, y tiene cementación media a fuerte, sin indicios de materia orgánica, sin olor.

Corresponde a un SM según clasificación de la USCS.

En cuanto a su resistencia presenta valores de q_u (Kg/cm²) altos como se observa en la tabla siguiente.

Calicata N°	Cota (m)	q_u (kg/cm ²) natural	q_u (kg/cm ²) remoldeada	Clasificación USCS
2	2.90	1.424	0.291	SM

UNIDAD 3 (desde 0.90-2.40m hasta fin de exploración (4.00m): Finalmente en prácticamente toda el área de proyecto se detecta grava arenosa, clastos de cantos redondeados y sub-redondeados, tamaño máximo entre 3" y 5" tiene color café grisáceo, su compacidad es alta, estructura algo conglomerada a simple granular, está conformada por aproximadamente 5% de bolones de bolones, 60% de grava, 30% de arena, y 10% de finos, humedad media, la matriz areno limosa no tiene plasticidad, cementación media a débil, sin indicios de materia orgánica.

Corresponde a un GP-GM según clasificación de la USCS.

Nota: Según información recopilada de ejecución de sondaje geotécnico, desde el fin de la exploración de calicatas es decir a partir de los 4.00m hasta los 30.0m (profundidad final de exploración de sondaje geotécnico), se detectan suelos granulares (gravas arenosas a gravas arenosas con limo), muy compactas que en este caso se definirá como **UNIDAD 4**.

El detalle de las estratigrafías de cada pozo de reconocimiento y sondaje geotécnico se entrega en el anexo respectivo.

Con respecto a la napa freática esta se detecta a partir de los 8.40m, en la ejecución del sondaje en la fecha de exploración (Enero ,2016).

INFILTRACION

Ensayo de infiltración Porchet, realizado en UNIDAD 1, correspondiente a suelos limosos arroja el siguiente valor:

Pozo	Cota de Ensayo [m]	Infiltración Promedio	
		[mm/hr]	[cm/hr]
1	1.50-1.80	10.2	1.02

Finalmente, con valores de infiltración determinados y utilizando como rango de comparación la clasificación del tipo de permeabilidad, según recomendación de la "Soil Conservation Service" de Estados Unidos que se muestra a continuación. Los suelos ensayados para el proyecto en estudio, cuentan con una infiltración promedio "Moderadamente Lenta" para el test realizado en el pozo de inspección N°1.

Permeabilidad	Infiltración [cm/hr]
Muy Lenta	< 0,1
Lenta	0,1 - 0,5
Moderadamente Lenta	0,5 - 2,0
Moderada	2,0 - 6,5
Moderadamente Elevada	6,5 - 12,5
Elevada	12,5 - 25,0
Muy Elevada	> 25

Cabe destacar que cada ensayo es válido para un punto específico del suelo por lo que deberá ser validado en terreno previo al inicio de la construcción de drenes o cualquier otra obra de infiltración en los puntos definidos en el proyecto respectivo.

V.- PARAMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO

Propiedades mecánicas

De los resultados de la exploración geotécnica, se han adoptado en forma conservadora las siguientes propiedades mecánicas de los estratos principales:

UNIDAD ESTRATIGRAFICA	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3
CLASIFICACION USCS	MH	SM	GP, GP-GM
COHESION (C) (T/m ²)	2	5	0.1
ANGULO DE FRICCION (°)	16	25	35
PESO UNITARIO SECO (T/m ³)	1.00	1.50	2.00
PESO UNITARIO HUMEDO (T/m ³)	1.20	1.80	2.00
MODULO DE POISSON	0.40	0.35	0.25
MODULO ELASTICO (Estático)(t/m ²)	600	2000	5000
MODULO ELASTICO (Dinámico)(t/m ²)	3*E	3*E	3*E

A partir de los ensayos geofísicos que permiten obtener Vs es posible indicar los siguientes valores del Modulo de Elasticidad dinámico (Ed):

Cota (m)	Espesor (m)	Vs (m/seg)	Modulo Elástico Dinámico kg/cm ² para $\nu = 0.25$	Modulo Elástico Dinámico kg/cm ² para $\nu = 0.40$
0	0	0	0	0
0.0-2.10	2.1	175	-	205.8
2.10-6.20	6.2	409	1317.3	1475.4
6.20-10.78	10.78	643	3255.9	3646.6
10.78-20.30	20.3	679	3630.7	4066.4
20.30-27.10	27.1	719	4071.1	4559.6
27.10-30.00	30.0	805	5103.2	5715.6

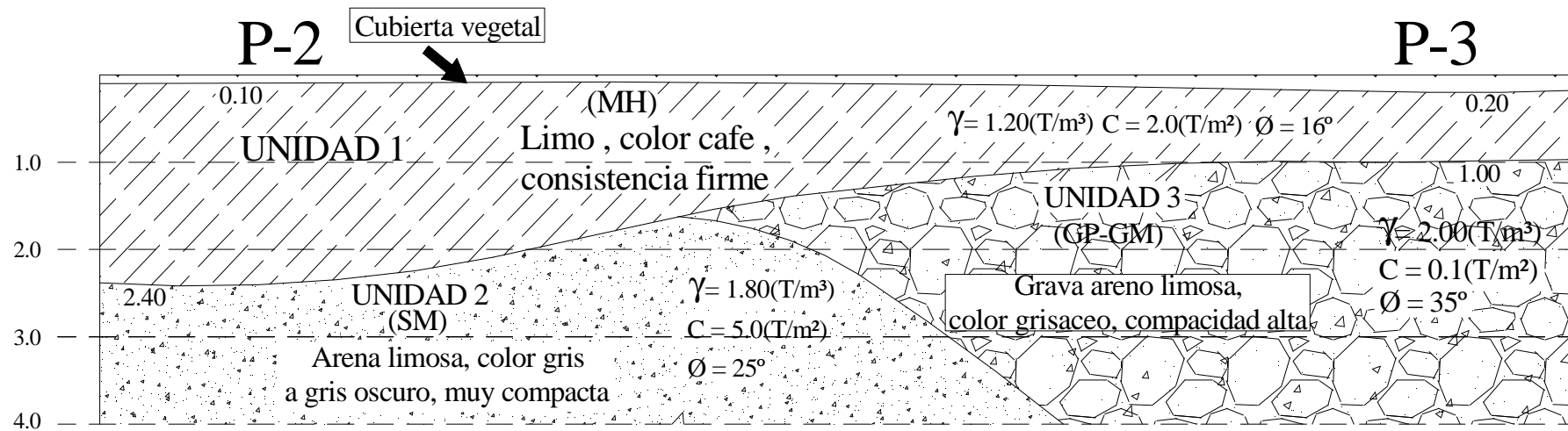
En este caso que el sello de fundación se deberá ubicar en la UNIDAD 2 de gravas arenosas a gravas areno limosas, es que analizando los datos entregados por el ensayo geofísico ReMi, es que se puede deducir que el cambio de velocidad corresponde al estrato de grava, por lo cual se considera el modulo de elasticidad obtenido de la velocidad de onda de corte en el tramo 2.10-6.20m, con lo cual se obtiene un valor de E dinámico= 1317 kg/cm².

El valor de los valores de E estático y Edinámico se informan en tabla anterior de propiedades mecánicas.

A continuación se indican la ubicación de los pozos de inspección y el perfil estratigráfico estimado del sector:

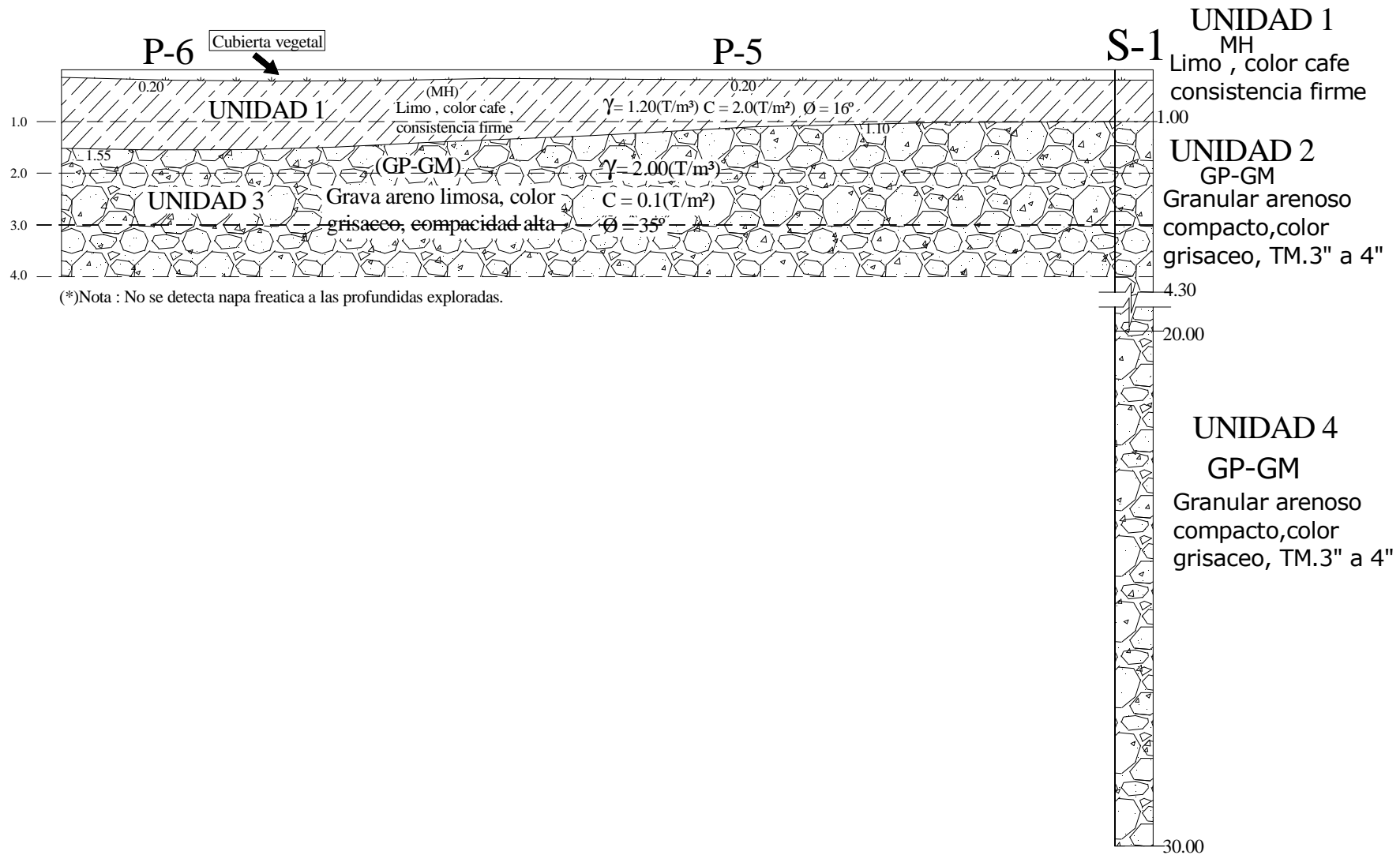


Perfil 1 - Escuela Especial Ñielol

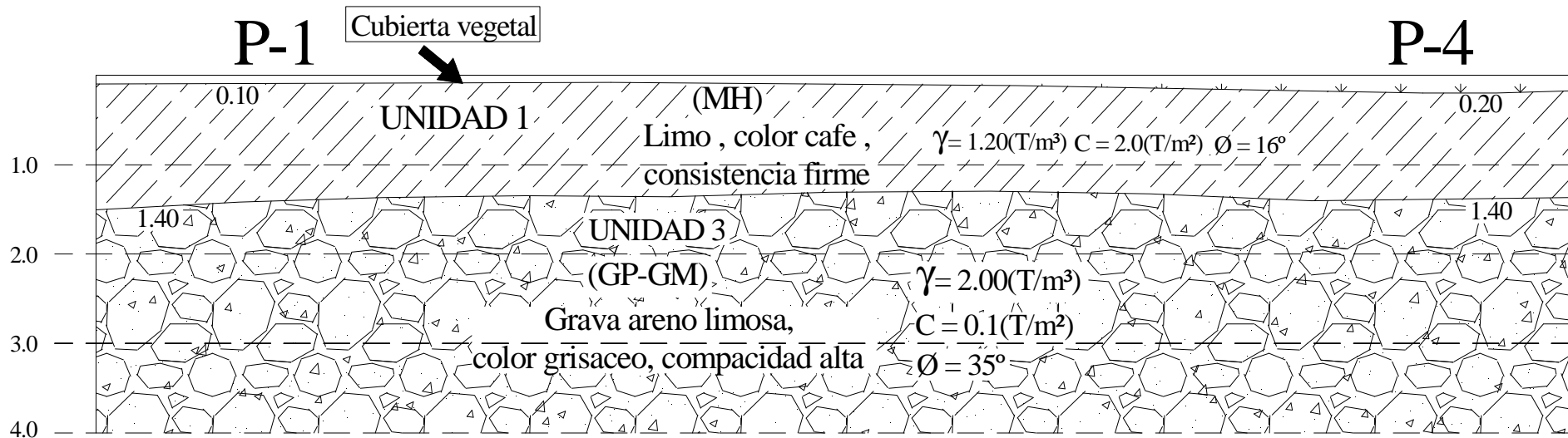


(*)Nota : No se detecta napa freatica a las profundidades exploradas.

Perfil 2 - Escuela Especial Ñielol



Perfil 3 - Escuela Especial Ñielol



(*)Nota : No se detecta napa freatica a las profundidades exploradas.

A).- TIPO DE FUNDACION RECOMENDADA Y NIVEL DE SELLO DE FUNDACION

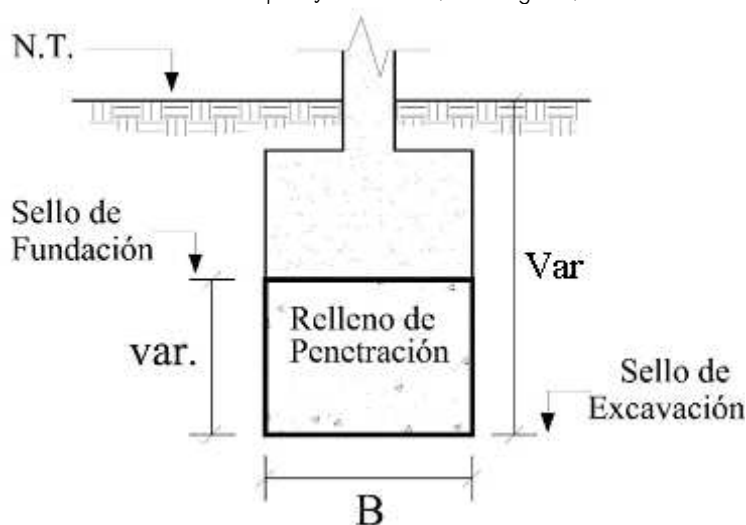
Las obras proyectadas, aplican solicitaciones de carga que deben ser distribuidas de manera segura respecto a las solicitaciones soportadas por el terreno. En este caso dado que se contemplan edificaciones que abarcan una superficie amplia con sectores de uno, dos y tres niveles de altura y además un sector de zócalo, la fundación recomendada corresponderá:

Fundación tradicional sobre estratos granulares, las fundaciones corresponderán a estructuras tradicionales del tipo cimientos corridos y cimientos aislados unidos mediante vigas o cadenas de fundación.

Se definirá como **sello de fundación para estructuras de 1, 2 y 3 niveles la Unidad 3** correspondiente gravas areno limosas de color café grisáceo, y compacidad alta, según las exploraciones realizadas este estrato se encuentra a partir de los 0.90-2.40m de profundidad aproximadamente y se deberá considerar una penetración mínima de 0.30m en dicho estrato por lo que se define un nivel de sello de fundación mínimo a 1.20-2.70 m de profundidad aproximadamente. En el caso de estructuras de 1 nivel podrá considerarse como sello de fundación la UNIDAD 2 correspondiente a una arena limosa compacta según se indica en la nota siguiente:

Nota: En sector de calicata P-2, se detecto arena limosa de alta compacidad, hasta el final de la exploración 4.00m, dado que en este sector se proyecta la construcción de área deportivas, camarines de solo un nivel de altura, se podrá fundar directamente en este estrato.

Cualquier diferencia entre la profundidad de la fundación y el sello de fundación definido en el presente informe, debe rellenarse utilizando un relleno de penetración conformado por un hormigón pobre tipo H-5 o similar considerando la misma sección de la fundación proyectada (ver figura).



Donde: B el ancho de la fundación proyectada.

Los rellenos de penetración al ser materializados en hormigón pobre H-5 o similar, podrán considerarse con hasta un 30% de bolón desplazador dentro del mismo homogéneamente distribuido.

Si el suelo a nivel de sello de fundación presenta escombros o cualquier elemento que no corresponda a un estrato de suelo natural, este debe ser removido y reemplazado por hormigón pobre tipo H-5 o superior según las especificaciones particulares descritas en el presente informe.

A.1).- RADIERES

Para radieres superficiales convencionales en los cuales las solicitaciones son las que típicamente recibe un piso por tránsito de personas, se recomiendan espesores de hormigón no inferiores a 10 cm con rellenos granulares compactados de 20 cm de espesor como mínimo apoyado sobre rellenos o suelo natural escarpado, en ambos caso con compactación mecánica para asegurar un comportamiento estructural adecuado.

Ahora, ante eventuales cargas por tránsito vehicular se recomiendan espesores de hormigón no inferiores a 15 cm y de calidad mínima H-30 con rellenos granulares compactados alrededor de 20 cm para asegurar un comportamiento estructural adecuado.

En el caso de los radieres de subterráneo, se recomienda considerar armadura considerando un eventual ascenso de napa que provocaría esfuerzos por sub-presión en dichos radieres.

A.2).- CONSIDERACIONES DE LA NAPA

En este caso se detecta el nivel freático a la profundidad de 8.40m, en la fecha de exploración (Enero 2016), mes de verano, por lo cual es probable que se produzca un ascenso de napas en épocas de lluvias. Dado que se contempla un nivel de zócalo, en caso de que en las faenas constructivas se detecte napa, se recomienda que además de una impermeabilización adecuada, considerar un sistema de drenaje bajo el nivel de subterráneo conectado al sistema de aguas lluvias para lograr un sistema eficiente de control de napas.

B).- CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE

El terreno en estudio a nivel de fundación recomendado, presenta suelos granulares compactos en que los asentamientos son predominantemente elásticos ocurridos principalmente durante la etapa de construcción.

Dado que la capacidad de soporte admisible, q_a , queda definida por el menor valor de aquellos obtenidos por consideraciones de:

- 1.-) resistencia o presión de hundimiento
- 2.-) asentamientos admisibles.

Analizando ambos casos se tiene:

1.-) Resistencia o presión de hundimiento para fundaciones tradicionales

Considerando el criterio de Terzaghi para los suelos granulares del estrato de fundación considerado en el cual se apoyan fundaciones corridas, se tiene la siguiente expresión:

Fundaciones corridas

$$q = 1/FS * (c * N' + \gamma * D * N'' + 0.5 * B * \gamma * N''')$$

Fundaciones aisladas

$$q = 1/FS * (1 + 0.2 * B/L) * c * N' + (1 + B/L) * \gamma * D * N'' + 0.5 * (1 - 0.2 * B/L) * \gamma * B * N'''$$

c	= cohesión 0.1 (T/m ²)	:
γ	= peso unitario del suelo 2.10 (T/m ³)	:
B	= ancho de la fundación (m)	:
L	= longitud de la fundación (m)	:
D	= empotramiento de la zapata (m)	:
F.S.	= factor de seguridad (3 en este caso)	:
N _c , N _q , N _{γ}	= factores de capacidad de carga, para este caso N _c =46.12, N _q =33.30 y N _{γ} =48.03.	

Así, en base a la experiencia de esta oficina, compatibilizando los asentamientos esperados para distintas dimensiones de fundación supuestas se tendrá la siguiente expresión para la obtención de las tensiones admisibles (kg/cm²):

Para fundaciones corridas $L \geq 5B$:

$$q_a = 1.30 + 1.70 \cdot B \text{ [kg/cm}^2\text{]; } B \text{ en metros.}$$

Para fundaciones aisladas $L < 5B$:

$$q = 0.20(1 + 0.2 \cdot B/L) + 1.20(1 + B/L) + 1.70(1 - 0.2 \cdot B/L); B \text{ en metros}$$

Para ambos casos considerar:

$$q_{adm} \leq 3.0 \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

2) Asentamientos elásticos

Los asentamientos elásticos esperados para las distintas tensiones de contacto sobre el suelo granular que resulten de la descarga de las edificaciones a las fundaciones podrán evaluarse a través del método de Timoshenko y Goodier(1951) como sigue:

$$\Delta H = q_0 * B' * \frac{1 - \mu^2}{E_s} * \left(I_1 + \frac{1 - 2\mu}{1 - \mu} * I_2 \right) I_f$$

Donde:

q_0 = tensión de contacto en unidades de E_s

B' = es el ancho para el centro de la fundación en (m)

I_1 = factores de influencia, los cuales dependen de L'/B' , el espesor del estrato H , el modulo de Poisson μ y el sello de fundación D .

E_s , μ = Parámetros elásticos del suelo igual a 5000 T/m² y 0.25 respectivamente.

Los factores de influencia I_1 y I_2 son calculados usando las ecuaciones dadas por Steinbrenner(1934) como sigue:

$$I_1 = \frac{1}{\pi} * \left[M * \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{M^2 + N^2}}{M(1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right]$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} * \tan^{-1} \left(\frac{M}{M \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right), \quad \tan^{-1} \text{ en radianes.}$$

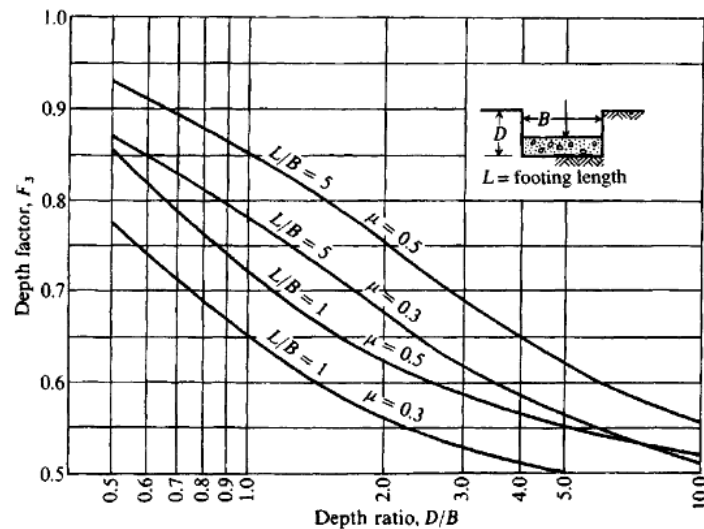
Donde:

$M = L'/B'$

$N = H/B'$

L' = es el largo para el centro de la zapata (m).

I_f = factor de influencia para el pie de la fundación a una profundidad D la cual puede ser estimado por el siguiente grafico:



Con lo cual para las distintas tensiones admisibles, y considerando distintos anchos de fundación, se tiene los siguientes asentamientos (cm):

ASENTAMIENTOS ELASTICOS (cm)				
ANCHO FUNDACION B (m)	TENSION DE CONTACTO (kg/cm ²)			
	1,0	2,0	2,5	3,0
0,5	0,06	0,13	0,16	0,19
1,0	0,08	0,16	0,20	0,25
1,5	0,10	0,21	0,26	0,31
2,0	0,12	0,24	0,30	0,36
2,5	0,14	0,29	0,36	0,43

A partir de estos asentamientos podrán calcularse los asentamientos diferenciales para verificar que se encuentren dentro de los límites admisibles para este tipo de proyectos.

3) Tensiones admisibles con sismo

Por otra parte, considerar que en condición sísmica, el valor de carga estática se incrementa en un 33% aproximadamente, reduciendo el factor de seguridad mientras dura el evento sísmico, entonces, para solicitaciones sísmicas se recomienda considerar:

$$q_{adm\ s} = 1.33 * q_{adm}$$

C).- CONSTANTE DE BALASTO

La constante de Balasto a utilizar, para la opción de fundación indicada anteriormente dependerá del tipo de suelo donde se apoyen las fundaciones para lo cual se tiene:

$$k_v = 2.5 \text{ (kg/cm}^3\text{) Unidad estratigráfica 1}$$

$$k_v = 6.0 \text{ (kg/cm}^3\text{) Unidad estratigráfica 2}$$

$$k_v = 10.0 \text{ (kg/cm}^3\text{) Unidad estratigráfica 3}$$

Para la unidad 3, se tienen los siguientes casos:

-Para el caso de fundaciones corridas:

$$k_l = k_v * (0.5 + 0.15/B)^2 \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

-Para el caso de fundaciones rectangulares:

$$K = 0,66 * k_l * (0.5 + 0.15/B)^2 \text{ (kg/cm}^3\text{)}$$

B : ancho de la fundación en metros

L : largo de la fundación ancho de la fundación en metros

Para solicitaciones sísmicas multiplicar por 2 el valor dado anteriormente.

D).- EXCAVACIONES VERTICALES.

Conforme al criterio de Rankine y considerando la cohesión del suelo, se puede definir la altura de una excavación temporal en que no es necesario entibación de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Z_o = \frac{2.7 * c}{\gamma * F.S.} \text{ (m)}$$

c : cohesión (T/m²)

γ : peso unitario del suelo según horizonte

F.S. : factor de seguridad, 2.0 para excavaciones temporales

Reemplazando se tiene :

$$Z_o = \frac{2.7 * 1}{1.5 * 2.0} = 1.00\text{m} \quad \text{en horizonte 2}$$

Por lo tanto, las fundaciones hasta una altura de 1.0m podrán excavar sin problemas en forma vertical, en caso de disponer cargas en la parte superior cercanas a las excavaciones, se deberá verificar la estabilidad de dichos cortes.

Deberá inspeccionarse cuidadosamente los suelos que formen parte de los taludes para asegurarse que corresponden a los supuestos en el presente informe. Deberá ponerse especial atención a lentes de arenas sueltas, bolsones de limos o gravas sin matriz fina en especial si se encuentran saturados o bajo el nivel freático.

E).- EMPUJES

En caso de requerir diseñar muros de contención de acuerdo a la topografía del terreno, se definen los empujes que actúan sobre elementos de contención los cuales dependen de ciertos factores, entre ellos se pueden mencionar el tipo de sujeción lateral en los extremos, el tipo de relleno a utilizar, la presencia de agua freática, cambios de temperatura y otros efectos. Será definido dentro del proyecto y en el presente informe las más importantes de dichas condicionantes. Es interesante destacar en todo caso que mientras más fino sea el material de los rellenos laterales, es más probable que se desarrollen presiones mayores que las del caso activo, recomendándose utilizar entonces por lo menos los empujes en reposo, lo cual en definitiva será definido por el ingeniero calculista.

Para este caso se considera que los rellenos en el trasdós de los muros de contención corresponderán a material granular con control de compactación que deberán cumplir los siguientes requisitos:

Tamaño máximo	:	3"
Φ mínimo	:	30°
Cohesión	:	0
Peso unitario húmedo	:	2.0 T/m ³
Finos bajo malla N°200	:	4% máximo

Con base en lo anterior se asumirán los siguientes parámetros de empujes:

I.- EMPUJE EN REPOSO:

Se utiliza en muros arriostrados en sus extremos que no permiten el movimiento (desplazamientos) por lo cual se considera el empuje del suelo en su estado de reposo (k_0)

Empuje estático

$$\begin{array}{lll} \text{Coeficiente de empuje estático} & K_0 & = 0.43 \\ \text{Empuje estático} & P & = 2.10 \cdot 0.43 \cdot Z \end{array}$$

P = empuje estático en (Ton/m²)

Z = profundidad en m.

Empuje sísmico

De acuerdo a la NCh 433, el empuje sísmico sobre los elementos subterráneos (enterrados), se deben calcular de la siguiente manera.

- $\sigma_s = 0.3 \text{ Cr } \gamma \text{ } h_m \text{ } A_o / g$
 σ_s = Presión sísmica uniformemente distribuida en toda la altura H del muro expresada en ton/m²
 h_m = Altura del muro en contacto con el suelo expresada en m.
 γ = Peso unitario húmedo del suelo o del relleno colocado contra el muro expresado en ton/m³
 A_o = Aceleración efectiva (en este caso 0.3g)
 Cr = 0.45 en este caso

De acuerdo a lo anterior:

$$\sigma_s = 0.09 * h_m$$

Esta presión debe considerarse como uniformemente distribuida.

2.- EMPUJE ACTIVO:

Se utiliza en muros no arriostrados en sus extremos que permiten el movimiento (desplazamientos o giros) por lo cual se considera el empuje del suelo en su estado activo (k_a) y dinámico total (k_{as}) según la siguiente formulación:

$$K_a = \frac{\cos(\phi - \theta)^2}{\cos(\theta)^2 * \cos(\delta + \theta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta) * \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

$$K_{as} = \frac{\cos(\phi - \theta - \psi)^2}{\cos(\psi) * \cos(\theta)^2 * \cos(\delta + \theta + \psi) * \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) * \sin(\phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi) * \cos(\beta - \theta)}} \right]^2}$$

Donde:

β = Angulo que forma la superficie del suelo con la horizontal en ($^{\circ}$)

ϕ = Angulo de fricción interna del suelo en ($^{\circ}$)

θ = Angulo que forma la pared interior del muro con la vertical en ($^{\circ}$)

δ = Angulo de fricción entre el muro y el suelo en ($^{\circ}$)

y además, el ángulo ψ está dado por la siguiente expresión:

$$\psi = \frac{k_h}{1 - k_v}$$

Donde:

k_h , Coeficiente pseudo-estático horizontal, en Chile es valor se encuentra entre los 0.08 a 0.2)

k_v , Coeficiente pseudo-estático vertical, en Chile es valor puede ser adoptado como 0 o $2 \cdot k_h/3$)

Estático

Coeficiente de empuje estático $K_a = 0.24$

Dinámico

Coeficiente de empuje total $K_{as} = 0.41$

VI.- TIPO DE SUELO SEGÚN LA NORMA SÍSMICA 433

Para efectos de aplicar la norma sísmica, se tiene que el proyecto se emplaza en la zona sísmica 2.

Cabe destacar que de acuerdo a la nueva normativa sísmica vigente a partir de Diciembre del año 2011 se indica lo siguiente:

Suelo Tipo		V_{s30} (m/s)	RQD	q_u (MPa)	(N_1) (golpes/pie)	S_u (MPa)
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\varepsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\varepsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\varepsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E	Suelo de compactidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	$< 0,05$
F	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

N_1 : Índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas

RQD: Rock Quality Designation, según norma ASTM D 6032

q_u : Resistencia a la compresión simple del suelo

ε_{qu} : Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple

S_u : Resistencia al corte no-drenada del suelo

Dada la exigencia del D.S N°61 de contar con resultados de ensayos in situ para realizar la clasificación sísmica del suelo, se ejecuta una medición en terreno de V_s (Velocidad de propagación de ondas de corte) y un sondaje geotécnico a 30m de profundidad, de los cuales se obtuvieron dos resultados de velocidades de onda de corte mediante método ReMi y la estratigrafía del subsuelo y cuyos resultados se entregan en Anexo II y Anexo III respectivamente.

Considerando que se definen 2 estratos de fundación, la clasificación sísmica considera el caso más desfavorable.

Por tanto se concluye que el suelo clasifica como **Suelo Tipo D**, según decreto MINVU N°61 de Diciembre de 2011.

VII PARAMETROS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS

De acuerdo a los ensayos de laboratorio, se puede indicar los siguientes parámetros del suelo para efectos del diseño estructural de los pavimentos:

Calicata N°	1	3	5	6
Cota	0.60	2.00	0.80	3.50
CBR de diseño al 95% P.M.(%)	9.2	110.0	6.7	114.0
CBR de diseño al 90% P.M.(%)	5.8	62.0	4.8	61.0
Tipo de suelo a nivel de subrasante según la USCS	MH	GW-GM	MH	GP-GM

Ante la utilización de rellenos y bases granulares con el fin de mejorar las propiedades soportantes del terreno, se sugiere utilización de la relación de **“constante de Balasto combinado”** entregada a continuación:

$$K_c = [1 + (h/38)^2 (K_1/K_o)^{2/3}]^{0.5} \quad K_o < 10 \text{ [kg/cm}^3\text{]}$$

Donde:

h : Altura del relleno estructural granular compactado [cm].

K₁ : Constante de balasto del relleno estructural [kg/cm³]

Para gravas de relleno con CBR < 80% = 10 [kg/cm³]

Para gravas de relleno con CBR > 80% = 15 [kg/cm³]

K_o : Constante de balasto del terreno natural [kg/cm³]

Estos rellenos estructurales deben tener un sobreancho mínimo 40 cm por cada lado libre de calzada.

VIII.- ESPECIFICACIONES Y RECOMENDACIONES TECNICAS Y CONSTRUCTIVAS

EXCAVACIONES

- 1.- Las faenas de excavación para las fundaciones se efectuarán en forma manual o mecanizada tratando en lo posible de evitar la sobre excavación, los últimos 10 cm se deberán excavar manualmente con el objeto de no romper la estructura natural del suelo. Estas se deben efectuar de acuerdo a las dimensiones y emplazamiento indicado en los planos de proyecto. Antes de su inicio se debe contar con la visación de los Arquitectos o profesional a cargo del diseño.
- 2.- Los procedimientos de excavación deberán planificarse de manera que provoquen la menor alteración al terreno natural, a estructuras existentes y se debe evitar la sobre excavación.
- 3.- Al efectuar las excavaciones se deberá llevar a botadero todo el material extraído ya que no es adecuado para su utilización en rellenos salvo indicación contraria de la ITO.
- 4.- 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.
- 5.- Tratamiento del sello.

Antes de proceder a fundar, se deberá perfilar el sello de excavación en forma manual y si es necesario realizar una compactación mecánica mediante al menos 6 pasadas de placa por punto, debiendo eso sí, corresponder a suelo completamente inalterado y sin presencia de napa.

Posteriormente, en caso de requerirse se deberá incorporar el relleno de penetración en base a hormigón pobre. En caso que exista material removido se deberán rellenar las sobre-excavaciones con hormigón pobre, en ningún caso con material proveniente de la excavación.

En caso de lluvias previo a la colocación del emplantillado o relleno de hormigón, se deberá remover del fondo todo el lodo o material que se haya depositado. El fondo de la excavación no deberá presentar una apariencia lodosa ni retener agua apozada.

6. Los sellos de excavación deberán ser recibidos por un profesional con experiencia en mecánica de suelos quien verificará que se cumple con lo indicado en el presente informe.
- 7.- En caso que aplique, como material para rellenos estructurales se podrá utilizar material granular tipo relleno estructural cuya curva granulométrica deberá estar dentro del siguiente rango.

TAMIZ O CRIBA	% PESO QUE PASA
3"	100
1 1/2"	66 - 100
3/4"	45 - 92
3/8"	39 - 78
# 4	22 - 64
# 10	15 - 49
# 40	6 - 28
# 200	0 - 15

Cumplirán, además, con los siguientes requisitos:

Límite líquido menor que 25% bajo malla N°40 según Método NCh 1517/1 Of. 1979.

Índice de plasticidad entre 0 y 6 según Método NCh 1517/2 Of. 1979.

Gravedad específica mayor que 2.6 T/m³.

- 8.- Este material deberá estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla y productos de desecho.
- 9.- El material a utilizar deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y se deberá humedecer hasta la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado +/- 2%, para luego compactarse hasta alcanzar un grado de compactación no inferior al 95 % de la D.M.C.S.
- 10.- 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 20 cm suelto.
- 11.- El avance deberá ser parejo, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.50 m entre sectores contiguos.
- 12.- Se recomienda el uso de placa vibratoria para la compactación de rellenos granulares o rodillo donde el espacio lo permita.
- 13.- Cada capa no podrá ser recubierta antes que la ITO de por aceptada la densidad.

- 14.- Los controles de densidades de rellenos estructurales serán cada 25-30 m³ de material colocado y compactado, en el caso de rellenos laterales y bajo radieres serán cada 200-300 m² luego podrá ampliarse la superficie de control en caso que no se observen deficiencias de compactación lo cual deberá ser evaluado por la ITO. Se deberá contar con un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa de la ITO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA RELLENOS MASIVOS

- 15.- Previo al inicio de las obras se deberá realizar un escarpe de todos los sectores de rellenos de basuras, escombros, etc. Todo el material obtenido de esta faena deberá ser llevado a botadero autorizado o a sectores como áreas verdes, no se permitirá su uso como material de relleno en otros sectores distintos a los especificados.

Una vez realizado el escarpe se deberá escarificar, regar y compactar hasta alcanzar la densidad requerida en los 0.20 m superiores, conjuntamente se perfilará superficialmente de manera de obtener una superficie relativamente plana con una pendiente mínima del 2% de tal forma de evitar la acumulación de aguas lluvias.

- 16.- Una vez realizada la extracción del escarpe, compactación y perfilado del terreno de fundación de los rellenos proyectados, se irá depositando los materiales de relleno en los sectores preparados para recibir el material según lo indicado en el punto anterior.

Las faenas de relleno deberán coordinarse de tal forma que permitan realizar las compactaciones por capas, dichas capas tendrán un espesor máximo de 25 cm y deberán alcanzar un nivel de compactación no inferior al 90% y 95% de la DMCS en caso de suelos finos y granulares respectivamente. No se aceptará la colocación de capas superiores sobre capas no controladas ni que no hayan alcanzado la densidad especificada.

Los equipos de compactación a utilizar serán acordes con el tipo de suelo a compactar, en este caso se recomienda el uso de rodillos o placas del tipo vibratorio.

Durante la compactación los materiales deberán estar homogéneamente húmedos y su contenido ser cercano al óptimo para lograr los niveles de compactación especificados.

- 17.- El trabajo de colocación de los rellenos comenzará desde las zonas interiores avanzando hacia afuera con pasadas paralelas de rodillo traslapadas en por lo menos la mitad del ancho del tambor compactador, en todo caso siempre la compactación comenzará por las partes más bajas avanzando hacia las más altas. Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas de tal forma de obtener una compactación uniforme.
- 18.- El escarpe y sobreexcavación en terrenos inadecuados, deberá abarcar toda la zona a rellenar independiente del espesor del relleno.
- 19.- Para los materiales de rellenos bajo fundaciones y patios de circulación vehicular, la compactación deberá alcanzar como mínimo el 95% de la D.M.C.S o el 75% de la D.R.
- 20.- El espesor de las capas de relleno podrá aumentarse si se verifica que es posible alcanzar la densidad especificada en todo el espesor de la capa con el equipo a utilizar, para lo cual se deberán realizar los ensayos de densidad in situ respectivos.
- 21.- Para todos los rellenos los controles de densidad serán cada 250 m² en la primera capa y luego cada 400 m² en la segunda capa, posteriormente podrán distanciarse aún más en caso que no se observen deficiencias de compactación lo cual deberá ser evaluado por la ITO. Se deberá contar con un laboratorio especializado de reconocida calidad, que cuente con la aprobación previa del mandante.
- 22.- En la última capa de los rellenos se realizará control de ahuellamiento, esta consistirá en que una vez pasado el rodillo de compactación no queden huellas a simple vista.
- 23.- El contratista será responsable por la estabilidad de los rellenos y deberá efectuar, a su cargo, los trabajos que sean necesarios para reponer total o parcialmente aquellos que hubiesen quedado mal contruidos o que resultaren dañados por descuido, negligencia o por no haberse tomado las debidas precauciones. La reparación de daños producidos por aguas lluvias, será de exclusivo cargo del contratista.

- 24.- Para los rellenos masivos deberán utilizarse suelos de empréstitos que cumplan lo indicado a continuación:

Requisitos:

CBR al 95% de la DMCS	30% mínimo
Compactación	95% de la D.M.C.S u 75% de la D.R.
Tamaño máximo	6" (*)
Fino bajo malla 0.08 mm	10% máximo
Fino bajo malla 2 mm	50% máximo

Nota: podrán analizarse materiales alternativos los cuales podrán ser propuestos por el contratista para su análisis por parte de la ITO lo que dependerá en definitiva, entre otras variables, de:

- Su uso en los diversos sectores del proyecto
- Épocas del año en que se materializarán
- Espesores de dichos rellenos
- Tiempo que permanecerán estos rellenos para lograr consolidaciones naturales homogéneas

El Contratista antes de comenzar los rellenos, deberá presentar a la ITO el resultado de los siguientes ensayos del material que usará:

- Clasificación completa
- Densidad Máxima y Densidad Mínima si corresponde.
- Proctor Modificado con Curva Proctor, Densidad Máxima y Humedad Óptima.

Se deben sacar un mínimo de 1 muestra cada 500-1000m³ o fracción menor del material acopiado y a cada muestra se le debe realizar los ensayos antes indicados.

- 25.- En la formación de las diferentes capas de rellenos se podrán aceptar bolones de tamaño máximo igual a los 1/3 del espesor compactado de la capa y en una proporción tal que quede uniformemente distribuida, sin formar nidos ni zonas inestables.
- 26.- Los taludes que se generen producto de rellenos masivos deberán protegerse de la erosión por lluvia mediante alguna alternativa propuesta por el contratista y aceptada por la ITO. Dentro de las alternativas a analizar están: hidro-siembra, manta vegetal, saneamiento adecuado, cobertura vegetal, muros, etc.

IX.- ESPECIFICACIONES GENERALES

- a) Los sellos de las excavaciones para las fundaciones deberán ser recibidos por personal de esta oficina o de la inspección técnica de la obra.
- b) Esta oficina se reserva el derecho de solicitar la profundización local o total del sello de fundación, si lo estimara necesario, durante la recepción de sellos.
- c) Los rellenos estructurales deberán ser controlados por un laboratorio especializado en mecánica de suelos.
- d) Las consultas sobre lo desarrollado en este informe deberán hacerse directamente con esta oficina.
- e) Toda modificación que se deseara realizar al presente informe deberá contar con la aprobación previa del suscrito.



Carlos Morales Ñ.
Ingeniero Civil, USACH

ANEXO I – INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO Y ESTRATIGRAFIAS

INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

1.-Antecedentes Generales

AREA	Mecánica de suelos
Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
Número correlativo de Obra	1
Numero correlativo SERVIU	-
Fecha de Emisión	08-03-2016
Tipo de informe	Análisis de Material

1.1 Antecedentes del Cliente

Cliente (Solicitante)	Arquitectonica Limitada
Dirección	Diagonal Oriente N° 1930, Comuna de Providencia, Región Metropolitana
Mandante (Propietario)	Municipalidad de Temuco
Profesional Responsable	Fernando Aguilera
Inspector Técnico en Obra (Cuando Corresponda)	No Informa

1.2 Antecedentes del Muestreo

Lugar de Muestreo	Balmaceda N° 325, Comuna de Temuco, Región de La Araucanía
Fecha de Muestreo	18-01-2016
Responsable de muestreo	Laboratorio Eecolab Ltda.
Procedimiento de muestreo utilizado	PSC 23 – NCh 164 EOf. 76
Fecha ingreso muestra a laboratorio	20-01-2016
Responsable transporte de muestra	Laboratorio Eecolab Ltda.
Procedimiento de Transporte de muestra	PSC 23

Digitado por: P. B.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Nombre Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-------------------------------	--

2.- Referencia Normativa.

Ensayos ejecutados	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico (MC V8-8102.1 / 2014) - Límites de consistencia (NCh1517/1 y /2 Of 1979) - Clasificación de suelos (ASTM D-2487-11) (*) - Densidad de partículas sólidas (NCh1532 Of.1980) - Humedad natural (NCh1515 Of. 1979) - Ensayo de Proctor Modificado (Según NCh 1534/2 Of.79) - Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81) - Ensayo de Resistencia a la Compresión No Confinada (Según Norma ASTM2166-06) (*) - Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00) (*) - Ensayo de infiltración Porchet (Según Manual Técnicas Alternativas para Soluciones de aguas Lluvias en sectores Urbanos "MINVU" 1996) (*) - Perfil Estratigráfico (MC-V2.-2503.202(3)AyB / 2014) (*)
--------------------	--

(*) Ensayos No incluidos dentro del alcance de la acreditación INN

Nota: Los resultados informados se refieren únicamente a los ítems ensayados.

El informe de ensayo no debe ser reproducido excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del laboratorio.

3.-Identificación de las muestras ensayadas.

Numero Interno de Muestra	Numero de Planilla	Identificación	Tipo de Muestra	Estado de la Muestra		Material Tipo
				Recibidas	Ensayadas	
15696	009831	P1 Cota de Extracción: 0,60 m.	P/NP	X	X	Natural
15697	009832	P2 Cota de Extracción: 1,30 m.	NP	X	X	Natural
15698	009833	P2 Cota de Extracción: 2,90 m.	NP	X	X	Natural
15699	009834	P3 Cota de Extracción: 0,70 m.	NP	X	X	Natural
15700	009835	P3 Cota de Extracción: 2,00 m.	NP	X	X	Natural
15701	009836	P4 Cota de Extracción: 1,80 m.	P	X	X	Natural
15702	009837	P5 Cota de Extracción: 0,80 m.	P/NP	X	X	Natural
15703	009838	P6 Cota de Extracción: 1,00 m.	NP	X	X	Natural
15704	009839	P6 Cota de Extracción: 3,50 m.	P	X	X	Natural

1.- La descripción del tipo de muestra corresponde a:

P : Muestra perturbada

NP : Muestra no perturbada.

SH : Muestra Obtenida por medio del tubo Shelby

CN : Muestra Obtenida por medio de cuchara normal.

CD : Muestra Obtenida por medio de corona diamantada



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Nombre Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
------------------------	--

4.- Observaciones

--

Héctor Cayún M.	Carlos Morales N.
Laboratorista Vial C	Ingeniero Civil
Jefe de Sala	Gerente



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Identificación de la muestra

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	1	2	2	3
Horizonte	2	3	4	2
Numero Interno	15696	15697	15698	15699
Cota horizonte (m)	0,10-1,40	0,90-2,40	2,40-4,00	0,20-1,00
Cota de extracción de muestra (m)	0,60	1,30	2,90	0,70

2.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2014)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
		23-02-2016		23-02-2016	-
ASTM	Nch	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
N°	mm				
3"	80	-	-	-	-
2 1/2"	63	-	-	-	-
2"	50	-	-	-	-
1 1/2"	40	-	-	-	-
1"	25	-	-	-	-
3/4"	20	-	-	-	-
3/8"	10	-	-	-	-
N°4	5	100	-	100	-
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	95	-	81	-
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	87	-	32	-
N°200	0,080	77	-	17	-
Sobre Tamaño (%)		-	-	-	-

3.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

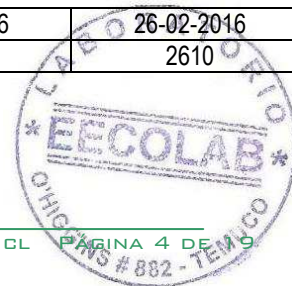
Fecha del Ensayo	29-02-2016	-	23-02-2016	-
Tipo de acanalador empleado	ASTM	-	ASTM	-
Método de ensayo empleado	Mecánico	-	Mecánico	-
Límite Líquido (%)	67	-	No Determinable	-
Límite Plástico (%)	57	-	NP	-
Índice de Plasticidad	10	-	NP	-

4.- Clasificación de suelos

Fecha de la Clasificación	08-03-2016	-	08-03-2016	-
Clasificación USCS (ASTM D-2487-11)	MH	-	SM	-
Clasificación ASSHTO (D-3282-09)	A-5 (14)	-	A1-b (0)	-

5.- Determinación de la densidad Partículas Solidas (NCh1532 / 1980)

Fecha del Ensayo	26-02-2016	26-02-2016	26-02-2016	26-02-2016
Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	2590	2600	2710	2610



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

6.- Identificación de la muestra

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	1	2	2	3
Horizonte	2	3	4	2
Numero Interno	15696	15697	15698	15699
Cota horizonte (m)	0,10-1,40	0,90-2,40	2,40-4,00	0,20-1,00
Cota de extracción de muestra (m)	0,60	1,30	2,90	0,70

7.- Determinación de la humedad Natural (NCh1515.Of79)

Fecha del Ensayo	24-02-2016	24-02-2016	24-02-2016	24-02-2016
Humedad Natural (%)	18,4	31,5	14,5	13,8

8.- Relación Humedad – densidad (NCh 1534/2.Of79)

Fecha del Ensayo	25-02-2016	-	-	-
Método	B	-	-	-
% Retenido en 20mm (%)	-	-	-	-
D.M.C.H (Kg/m³)	1690	-	-	-
Humedad óptima (%)	38,5	-	-	-
D.M.C.S (Kg/m³)	1220	-	-	-

9.- Desgaste de Los Ángeles (NCh1369.Of78 / 1978)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Grado N° 4 (%)	-	-	-	-

10.- Cubicidad de partículas (MCV8-8202.6 / 2014)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Chancado (%)	-	-	-	-
Rodado (%)	-	-	-	-
Laja (%)	-	-	-	-

11.- Determinación de la Densidad Relativa (ASTM D 4253 – ASTM D 4254 / 00 (2006))

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Vía Húmeda	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad máxima (Kg/m³)	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad mínima (Kg/m³)	-	-	-	-

12.- Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00)

Fecha de Ensayo	24-02-2016	24-02-2016	24-02-2016	24-02-2016
Densidad Natural Seca (Kg/m³)	945	1022	1576	1426

13.-Determinación de la Densidad Neta de las Gravas y Gravillas (NCh 1117 Of 2010)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Neta (Kg/m³)	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

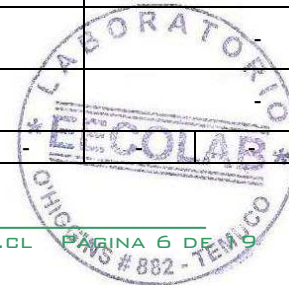
14.- Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81)

14.1.- Identificación de la muestra ensayo CBR

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	1	-	-	-
Horizonte	2	-	-	-
Numero Interno	15696	-	-	-
Cota horizonte (m)	0,10-1,40	-	-	-
Cota de extracción de la muestra (m)	0,60	-	-	-
Fecha	29-02-2016	-	-	-

14.2.- Resultado ensayo CBR

Molde	56	25	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Método empleado	B	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acondicionamiento	SUMERGIDO			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca antes de inmersión (Kg/m³)	1210	1110	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca de la muestra después de inmersión (kg/m³)	1220	1120	1010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W antes de compactar (%)	38,6	38,5	38,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W después de compactar (%)	38,5	38,4	38,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W capa superior 25 mm. (%)	43,3	43,8	44,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W promedio después de inmersión (%)	40,1	40,9	41,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobre carga (g)	5037	5061	5045	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 95% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	9,2			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 90% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	5,8			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. a Densidad Natural y a 5,08 mm. de penetración (%)	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión (%)	0,50	0,28	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
------------------------	--

15.- Identificación de la muestra

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	3	4	5	6
Horizonte	3	3	2	2
Numero Interno	15700	15701	15702	15703
Cota horizonte (m)	1,00-4,00	1,40-4,00	0,20-1,10	0,20-1,55
Cota de extracción de muestra (m)	2,00	1,80	0,80	1,00

16.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2014)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
		24-02-2016	24-02-2016	23-02-2016	23-02-2016
ASTM	Nch	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
N°	mm				
3"	80	100	100	-	-
2 1/2"	63	97	91	-	-
2"	50	91	86	-	-
1 1/2"	40	86	75	-	-
1"	25	74	65	-	-
3/4"	20	66	57	-	-
3/8"	10	49	44	-	-
N°4	5	37	37	100	100
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	28	28	96	99
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	11	9	83	95
N°200	0,080	7	7	70	85
Sobre Tamaño (%)		-	-	-	-

17.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

Fecha del Ensayo	29-01-2016	29-02-2016	29-01-2016	29-02-2016
Tipo de acanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM
Método de ensayo empleado	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Límite Líquido (%)	37	44	68	70
Límite Plástico (%)	30	32	60	56
Índice de Plasticidad	7	12	8	14

18.- Clasificación de suelos

Fecha de la Clasificación	08-03-2016	08-03-2016	08-03-2016	08-03-2016
Clasificación USCS (ASTM D-2487-11)	GW-GM	GP-GM	MH	MH
Clasificación ASSHTO (D-3282-09)	A-2-4 (0)	A-2-7 (0)	A-5(11)	A-7-5 (20)

19.- Determinación de la densidad Partículas Solidas (NCh1532 / 1980)

Fecha del Ensayo	26-01-2016	26-02-2016	26-02-2016	26-02-2016
Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	2780	2760	2640	2620



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

20.- Identificación de la muestra

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	3	4	5	6
Horizonte	3	3	2	2
Numero Interno	15700	15701	15702	15703
Cota horizonte (m)	1,00-4,00	1,40-4,00	0,20-1,10	0,20-1,55
Cota de extracción de muestra (m)	2,00	1,80	0,80	1,00

21.- Determinación de la humedad Natural (NCh1515.Of79)

Fecha del Ensayo	24-02-2016	24-02-2016	24-02-2016	24-02-2016
Humedad Natural (%)	9,7	10,0	23,1	34,1

22.- Relación Humedad – densidad (NCh 1534/2.Of79)

Fecha del Ensayo	25-02-2016	-	25-02-2016	-
Método	D	-	B	-
% Retenido en 20mm (%)	27	-	-	-
D.M.C.H (Kg/m³)	2230	-	1680	-
Humedad óptima (%)	9,7	-	39,1	-
D.M.C.S (Kg/m³)	2030	-	1210	-

23.- Desgaste de Los Ángeles (NCh1369.Of78 / 1978)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Grado N° 4 (%)	-	-	-	-

24.- Cubicidad de partículas (MCV8-8202.6 / 2014)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Chancado (%)	-	-	-	-
Rodado (%)	-	-	-	-
Laja (%)	-	-	-	-

25.- Determinación de la Densidad Relativa (ASTM D 4253 – ASTM D 4254 / 00 (2006))

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Vía Húmeda	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad máxima (Kg/m³)	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad mínima (Kg/m³)	-	-	-	-

26.- Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00)

Fecha de Ensayo	24-02-2016	-	24-02-2016	24-02-2016
Densidad Natural Seca (Kg/m³)	1880	-	951	872

27.-Determinación de la Densidad Neta de las Gravas y Gravillas (NCh 1117 Of 2010)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Neta (Kg/m³)	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

28.- Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81)

28.1.- Identificación de la muestra ensaye CBR

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	3	-	5	-
Horizonte	3	-	2	-
Numero Interno	15700	-	15702	-
Cota horizonte (m)	1,00-4,00	-	0,20-1,10	-
Cota de extracción de la muestra (m)	2,00	-	0,80	-
Fecha	29-02-2016	-	29-02-2016	-

28.2.- Resultado ensayo CBR

Molde	25	10	5	-	-	-	56	25	10	-	-	-
Método empleado	D	D	D	-	-	-	B	B	B	-	-	-
Acondicionamiento	SUMERGIDO			-			SUMERGIDO			-		
Densidad seca antes de inmersión (Kg/m3)	2000	1890	1800	-	-	-	1200	1110	1000	-	-	-
Densidad seca de la muestra después de inmersión (kg/m3)	2000	1890	1800	-	-	-	1220	1120	1000	-	-	-
W antes de compactar (%)	9,7	9,7	9,7	-	-	-	39,2	39,1	39,2	-	-	-
W después de compactar (%)	9,7	9,6	9,6	-	-	-	39,1	39,0	39,1	-	-	-
W capa superior 25 mm. (%)	12,7	13,2	13,9	-	-	-	43,9	44,3	44,9	-	-	-
W promedio después de inmersión (%)	10,8	11,3	11,9	-	-	-	41,7	42,0	42,8	-	-	-
Sobre carga (g)	5063	5039	5050	-	-	-	5029	5047	5038	-	-	-
Ref. al 95% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	110,0			-			6,7			-		
Ref. al 90% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	62,0			-			4,8			-		
Ref. a Densidad Natural y a 5,08 mm. de penetración (%)	-			-			-			-		
Expansión (%)	0,00	0,00	-0,02	-	-	-	0,43	0,33	0,18	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
------------------------	--

29.- Identificación de la muestra

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	6	-	-	-
Horizonte	3	-	-	-
Numero Interno	15704	-	-	-
Cota horizonte (m)	1,55-4,00	-	-	-
Cota de extracción de muestra (m)	3,50	-	-	-

30.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2014)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
		24-02-2016	-	-	-
ASTM	Nch	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
N°	mm				
3"	80	-	-	-	-
2 1/2"	63	100	-	-	-
2"	50	95	-	-	-
1 1/2"	40	85	-	-	-
1"	25	72	-	-	-
3/4"	20	65	-	-	-
3/8"	10	51	-	-	-
N°4	5	40	-	-	-
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	29	-	-	-
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	11	-	-	-
N°200	0,080	7	-	-	-
Sobre Tamaño (%)		-	-	-	-

31.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

Fecha del Ensayo	23-01-2016	-	-	-
Tipo de acanalador empleado	ASTM	-	-	-
Método de ensayo empleado	Mecánico	-	-	-
Límite Líquido (%)	No Determinable	-	-	-
Límite Plástico (%)	NP	-	-	-
Índice de Plasticidad	NP	-	-	-

32.- Clasificación de suelos

Fecha de la Clasificación	08-03-206	-	-	-
Clasificación USCS (ASTM D-2487-11)	GP-GM	-	-	-
Clasificación ASSHTO (D-3282-09)	A1-a (0)	-	-	-

33.- Determinación de la densidad Partículas Solidas (NCh1532 / 1980)

Fecha del Ensayo	26-02-2016	-	-	-
Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	2760	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
------------------------	--

34.- Identificación de la muestra

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	6	-	-	-
Horizonte	3	-	-	-
Numero Interno	15704	-	-	-
Cota horizonte (m)	1,55-4,00	-	-	-
Cota de extracción de muestra (m)	3,50	-	-	-

35.- Determinación de la humedad Natural (NCh1515.Of79)

Fecha del Ensayo	24-02-2016	-	-	-
Humedad Natural (%)	8,9	-	-	-

36.- Relación Humedad – densidad (NCh 1534/2.Of79)

Fecha del Ensayo	25-02-2016	-	-	-
Método	D	-	-	-
% Retenido en 20mm (%)	32	-	-	-
D.M.C.H (Kg/m³)	2180	-	-	-
Humedad óptima (%)	8,1	-	-	-
D.M.C.S (Kg/m³)	2020	-	-	-

37.- Desgaste de Los Ángeles (NCh1369.Of78 / 1978)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Grado N° 4 (%)	-	-	-	-

38.- Cubicidad de partículas (MCV8-8202.6 / 2014)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Chancado (%)	-	-	-	-
Rodado (%)	-	-	-	-
Laja (%)	-	-	-	-

39.- Determinación de la Densidad Relativa (ASTM D 4253 – ASTM D 4254 / 00 (2006))

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Vía Húmeda	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad máxima (Kg/m³)	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad mínima (Kg/m³)	-	-	-	-

40.- Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00)

Fecha de Ensayo	24-02-2016	-	-	-
Densidad Natural Seca (Kg/m³)	1706	-	-	-

41.-Determinación de la Densidad Neta de las Gravas y Gravillas (NCh 1117 Of 2010)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Neta (Kg/m³)	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

42.- Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81)

42.1.- Identificación de la muestra ensaye CBR

Pozo o Calicata / Sondaje / Otros	6	-	-	-
Horizonte	3	-	-	-
Numero Interno	15704	-	-	-
Cota horizonte (m)	1,55-4,00	-	-	-
Cota de extracción de la muestra (m)	3,50	-	-	-
Fecha	29-02-2016	-	-	-

42.2.- Resultado ensayo CBR

Molde	25	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Método empleado	D	D	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acondicionamiento	SUMERGIDO			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca antes de inmersión (Kg/m3)	1980	1880	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca de la muestra después de inmersión (kg/m3)	1990	1880	1790	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W antes de compactar (%)	8,2	8,1	8,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W después de compactar (%)	8,1	8,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W capa superior 25 mm. (%)	12,0	12,7	13,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W promedio después de inmersión (%)	9,1	9,6	10,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobre carga (g)	5031	5069	5054	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 95% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	114,0			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 90% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	61,0			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. a Densidad Natural y a 5,08 mm. de penetración (%)	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión (%)	0,02	0,00	-0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

43.- Determinación del Perfil Estratigráfico (MC-V2-2503.202(3)AyB / 2014)

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

43.1.- Calicata N° 1

Fecha de exploración : 18-01-2016

Napa : No se detecta.

Horizonte	Cotas	Descripción
H1	0,00 0,10	Suelo de cobertura Vegetal
H2	0,10 1,40	Limo inorgánico con gravas aisladas, clastos de cantos redondeados y sub-redondeados, color café claro, consistencia firme, estructura homogénea, graduación estimada 8% de grava, 12% de arena, 80% de finos, humedad baja, plasticidad baja, cementación ninguna, presencia de raicillas y raíces abundantes, olor terreo Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.
H3	1,40 4,00	Grava arenosa limosa, clastos de cantos redondeados y sub-redondeados, tamaño máximo 5", color grisáceo algo café, compactidad muy compacta, estructura granular conglomerado a algo conglomerado, graduación estimada 8% de bolones, 50% de grava, 40% de arena, 10% de finos, humedad media a alta, plasticidad media, cementación media, presencia de raicillas aisladas, sin olor Corresponde a un GP-GM según clasificación de la USCS.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

43.2.- Calicata N° 2

Fecha de exploración : 18-01-2016

Napa : No se detecta.

Horizonte	Cotas	Descripción
H1	0,00 0,10	Suelo de cobertura Vegetal
H2	0,10 0,90	Limo inorgánico, color café, consistencia firme, estructura homogénea, graduación estimada 10% de arena, 90% de finos, humedad baja, plasticidad baja, cementación ninguna, presencia de raicillas aisladas, olor terreo Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.
H3	0,90 2,40	Limo arenoso, color café algo grisáceo, consistencia firme, estructura homogénea micro-conglomerada, graduación estimada 40% de arena, 60% de finos, humedad media, plasticidad baja, cementación débil, presencia de raicillas aisladas, sin olor Corresponde a un ML o MH según clasificación de la USCS.
H4	2,40 4,00	Arena limosa, color gris a gris oscuro, compacidad muy compacta, estructura micro-conglomerada, graduación estimada 65% de arena, 35% de finos, humedad media, plasticidad baja a ninguna, cementación media a fuerte, sin indicios de materia orgánica, sin olor Corresponde a un SM según clasificación de la USCS.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

43.3.- Calicata N° 3

Fecha de exploración : 18-01-2016

Napa : No se detecta.

Horizonte	Cotas	Descripción
H1	0,00 0,20	Suelo de cobertura Vegetal
H2	0,20 1,00	Limo inorgánico, color café, consistencia firme, estructura homogénea, graduación estimada 20% de arena, 80% de finos, humedad baja, plasticidad baja a ninguna, cementación ninguna, presencia de raicillas aisladas, olor terreo Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.
H3	1,00 4,00	Grava arenosa limosa, clastos de cantos redondeados, color grisáceo oxidado a grisáceo, compactidad muy compacta, estructura conglomerada a algo conglomerada, graduación estimada 10% de bolones, 60% de grava, 30% de arena, 10% de finos, humedad baja a media, plasticidad baja, cementación fuerte a media, sin indicios de materia orgánica, sin olor Corresponde a un GP-GM según clasificación de la USCS.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

43.4.- Calicata N° 4

Fecha de exploración : 18-01-2016

Napa : No se detecta.

Horizonte	Cotas	Descripción
H1	0,00 0,20	Suelo de cobertura Vegetal
H2	0,20 1,40	Limo inorgánico, color café, consistencia firme, estructura homogénea, graduación estimada 20% de arena, 80% de finos, humedad baja, plasticidad baja, cementación ninguna, presencia abundante de raíces y raicillas, olor terreo Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.
H3	1,40 4,00	Grava arenosa, clastos de cantos redondeados y sub-redondeados tamaño máximo 6", color grisáceo oxidado a grisáceo, compacidad muy compacta, estructura conglomerada a algo conglomerado, graduación estimada 10% de bolones, 60% de grava, 30% de arena, 10% de finos, humedad baja a media – alta, plasticidad baja a media, cementación fuerte a media, presencia de raicillas aisladas, sin olor Corresponde a un GP-GM según clasificación de la USCS.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

43.5.- Calicata N° 5

Fecha de exploración : 18-01-2016

Napa : No se detecta.

Horizonte	Cotas	Descripción
H1	0,00 0,20	Suelo de cobertura Vegetal
H2	0,20 1,10	Limo inorgánico, color café, consistencia firme, estructura homogénea, graduación estimada 25% de arena, 75% de finos, humedad baja, plasticidad baja, cementación ninguna, presencia de raíces y raicillas abundantes, sin olor Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.
H3	1,10 4,00	Grava arenosa, clastos de cantos redondeados y sub-redondeados, tamaño máximo 5", color grisáceo oxidado a grisáceo, compacidad alta, estructura algo conglomerada a simple granular, graduación estimada 6% de bolones, 55% de grava, 35% de arena, 10% de finos, humedad media a alta, plasticidad baja, cementación media a débil, presencia de raíces y raicillas abundantes, sin olor Corresponde a un GP-GM según clasificación de la USCS.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

43.6.- Calicata N° 6

Fecha de exploración : 18-01-2016

Napa : No se detecta.

Horizonte	Cotas	Descripción
H1	0,00 0,20	Suelo de cobertura Vegetal
H2	0,20 1,55	Limo inorgánico, color café, consistencia firme, estructura homogénea, graduación estimada 20% de arena, 80% de finos, humedad media a baja, cementación ninguna, presencia de raíces y raicillas abundantes, olor terreo Corresponde a un MH según clasificación de la USCS.
H3	1,55 4,00	Grava arenosa, clastos de cantos redondeados y sub-redondeados, tamaño máximo 5", color café grisáceo, compacidad alta, estructura algo conglomerada a simple granular, graduación estimada 8% de bolones, 55% de grava, 35% de arena, 10% de finos, humedad media, plasticidad baja a ninguna, cementación media a débil, sin indicios de materia orgánica Corresponde a un GP-GM según clasificación de la USCS.



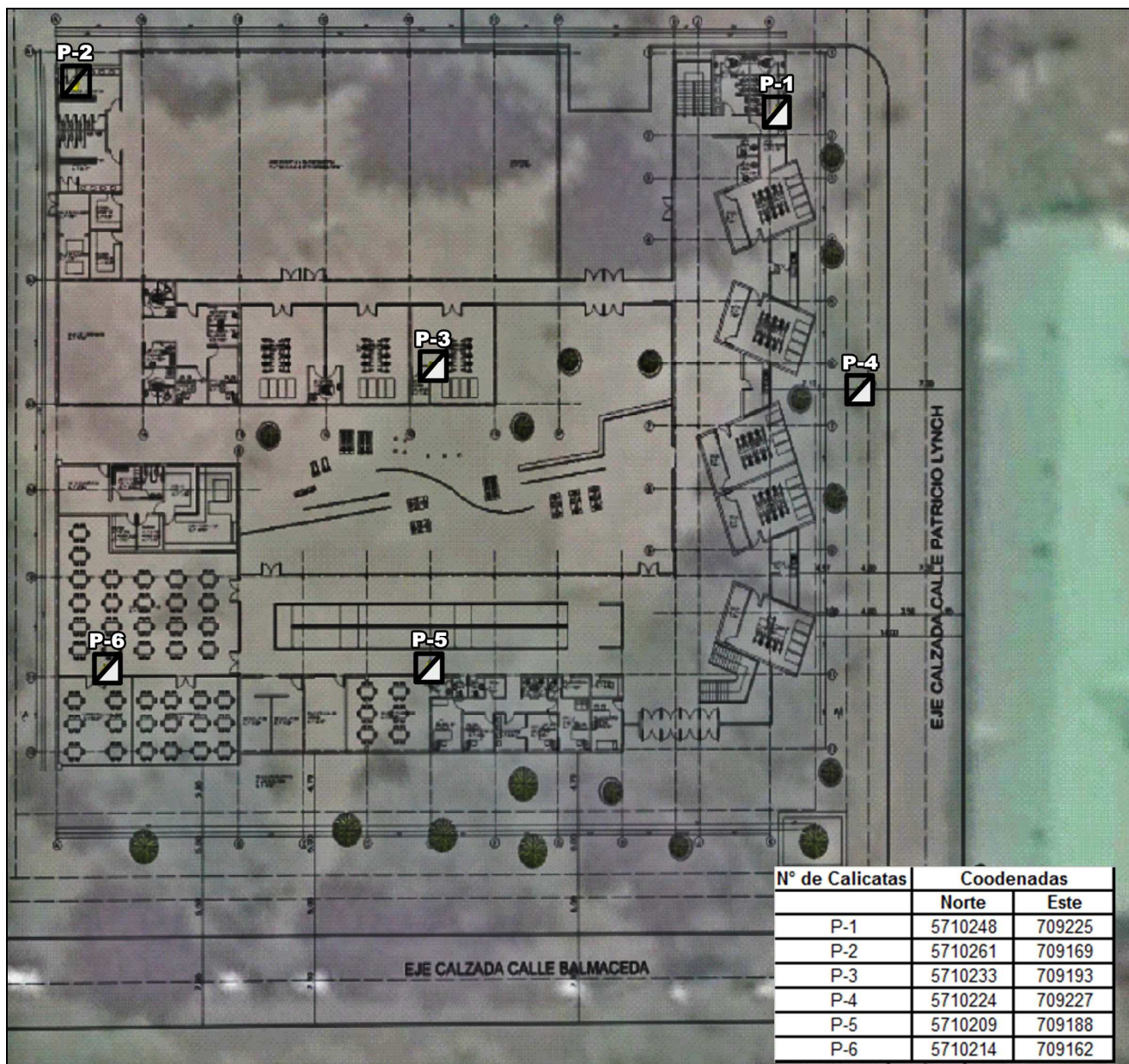
INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7789/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Proyecto u Obra

Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.

44.- Plano de ubicación de calicatas



ANEXO 1 INFORME DE ENSAYO N° T- 2855 - 7789/2016

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Ensayo de Resistencia a la Compresión No Confinada (Según Norma ASTM2166-06) (Ensayo no incluido dentro del alcance de la acreditación INN)

1.1.-Identificación de la muestra

Pozo o Sondaje N°	2
Horizonte	3
Muestra N°	15697
Cota (m)	0,90-2,40
Cota de extracción de muestra	1,30
Fecha de ensayo	29-02-2016

1.2.- Antecedentes de la muestra

Descripción Visual	Limo arenoso
Tipo de muestra	NP
Preparación de la muestra	Tallada / Compactada

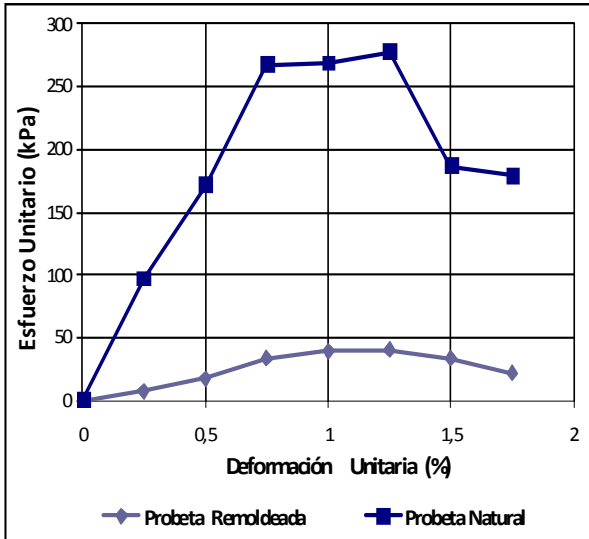
1.3.- Tabla de resultados del ensayo

Resultados del ensayo	probeta	
	Natural	Remoldeada
Densidad seca (g/cm ³)	1,021	1,019
Humedad(posterior a ensayo) (%)	30,9	29,7
Resistencia a la compresión no confinada (qu) (Kpa)	277,07	40,50
Resistencia al corte (qu/2) (Kpa)	138,54	20,25
Altura promedio de la muestra (mm)	100,0	102,0
Diámetro promedio de la muestra (mm)	42,0	50,0
Relación altura/diámetro	2,4	2,0
Velocidad de deformación promedio (% / min)	1,5	1,5
Deformación en la falla (%)	1,25	1,25
Razón de vacíos	1,547	1,552
Sensibilidad	6,8	

1.4.- Tabla de datos de Deformación Unitaria y Esfuerzo a la Compresión

Deformación unitaria (%)	Esfuerzo Unitario (kPa)	
	Natural	Remoldeada
0,00	-	-
0,25	96,97	7,21
0,50	171,18	17,14
0,75	267,09	33,15
1,00	288,42	39,66
1,25	277,07	40,50
1,50	186,72	33,37
1,75	178,96	21,60

1.5.- Grafico Deformación



ANEXO 2 INFORME DE ENSAYO N° T- 2855 - 7789/2016

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Ensayo de Resistencia a la Compresión No Confinada (Según Norma ASTM2166-06)

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

1.1.-Identificación de la muestra

Pozo o Sondaje N°	2
Horizonte	4
Muestra N°	15698
Cota (m)	2,40-4,00
Cota de extracción de muestra	2,90
Fecha de ensayo	29-02-2016

1.3.- Tabla de resultados del ensayo

Resultados del ensayo	probeta	
	Natural	Remoldeada
Densidad seca (g/cm ³)	1,591	1,580
Humedad (posterior a ensayo) (%)	13,0	12,2
Resistencia a la compresión no confinada (qu) (Kpa)	142,43	29,15
Resistencia al corte (qu/2) (Kpa)	71,22	14,58
Altura promedio de la muestra (mm)	119,0	102,0
Diámetro promedio de la muestra (mm)	57,0	50,0
Relación altura/diámetro	2,1	2,0
Velocidad de deformación promedio (% / min)	1,5	1,5
Deformación en la falla (%)	2,52	1,26
Razón de vacíos	0,703	0,715
Sensibilidad	4,9	

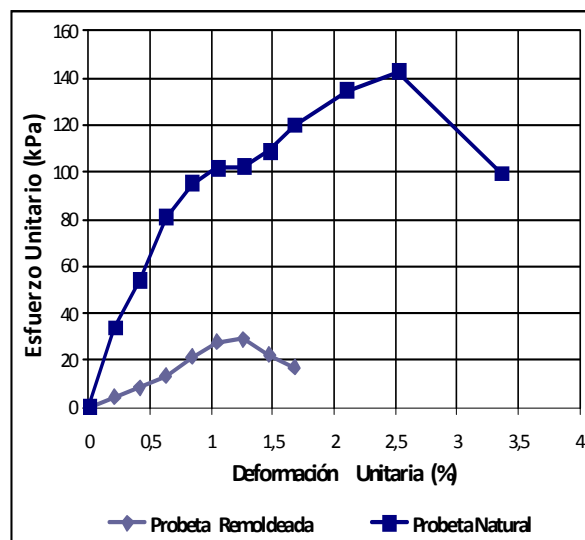
1.2.- Antecedentes de la muestra

Descripción Visual	Arena limosa
Tipo de muestra	NP
Preparación de la muestra	Tallada / Compactada

1.4.- Tabla de datos de Deformación Unitaria y Esfuerzo a la Compresión

Deformación unitaria (%)	Esfuerzo Unitario (kPa)	
	Natural	Remoldeada
0,00	-	-
0,21	33,68	4,37
0,42	54,02	8,62
0,63	80,45	13,32
0,84	95,16	21,29
1,05	101,48	27,82
1,26	101,99	29,15
1,47	108,98	22,53
1,68	119,90	16,88
2,10	134,44	
2,52	142,43	
3,36	99,11	

1.5.- Grafico Deformación



ANEXO 3 INFORME DE ENSAYO N° T- 2855 - 7789/2016

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Ensayo de Resistencia a la Compresión No Confinada (Según Norma ASTM2166-06)

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

1.1.-Identificación de la muestra

Pozo o Sondaje N°	3
Horizonte	2
Muestra N°	15699
Cota (m)	0.20-1.00
Cota de extracción de muestra	0.70
Fecha de ensayo	29-02-2016

1.3.- Tabla de resultados del ensayo

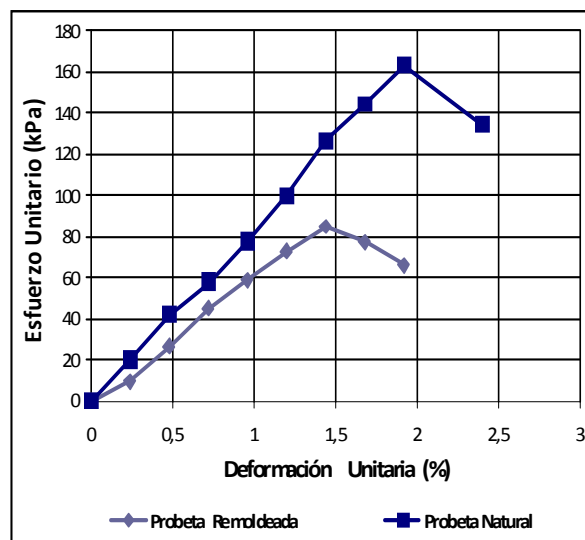
Resultados del ensayo	probeta	
	Natural	Remoldeada
Densidad seca (g/cm ³)	1,415	1,397
Humedad (posterior a ensayo) (%)	12,7	11,7
Resistencia a la compresión no confinada (qu) (Kpa)	165,72	353,37
Resistencia al corte (qu/2) (Kpa)	82,86	176,69
Altura promedio de la muestra (mm)	104,0	104,0
Dímetro promedio de la muestra (mm)	51,0	50,0
Relación altura/dímetro	2,0	2,1
Velocidad de deformación promedio (% / min)	1,5	1,5
Deformación en la falla (%)	1,44	1,92
Razón de vacíos	0,845	0,868
Sensibilidad	-	

1.2.- Antecedentes de la muestra

Descripción Visual	Limo inorgánico
Tipo de muestra	NP
Preparación de la muestra	Compactada

1.4.- Tabla de datos de Deformación Unitaria y Esfuerzo a la Compresión

Deformación unitaria (%)	Esfuerzo Unitario (kPa)	
	Natural	Remoldeada
0,00	-	-
0,24	20,16	10,06
0,48	41,95	26,60
0,72	57,28	45,43
0,96	77,52	58,98
1,20	99,92	72,94
1,44	126,71	84,95
1,68	144,38	77,26
1,92	162,86	66,34
2,40	134,40	-

1.5.- Grafico Deformación


ANEXO 4 INFORME DE ENSAYO N° T- 2855 - 7789/2016

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Ensayo de Resistencia a la Compresión No Confinada (Según Norma ASTM2166-06)

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

1.1.-Identificación de la muestra

Pozo o Sondaje N°	6
Horizonte	2
Muestra N°	15703
Cota (m)	0.20-1.55
Cota de extracción de muestra	1.00
Fecha de ensayo	29-02-2016

1.3.- Tabla de resultados del ensayo

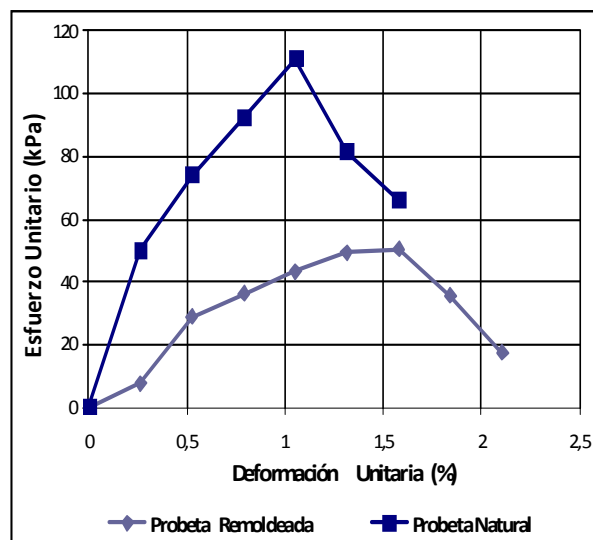
Resultados del ensayo	probeta	
	Natural	Remoldeada
Densidad seca (g/cm ³)	0,861	0,852
Humedad (posterior a ensayo) (%)	32,9	32,0
Resistencia a la compresión no confinada (qu) (Kpa)	110,86	50,23
Resistencia al corte (qu/2) (Kpa)	55,43	25,12
Altura promedio de la muestra (mm)	95,0	100,0
Diámetro promedio de la muestra (mm)	42,0	50,0
Relación altura/diámetro	2,3	2,0
Velocidad de deformación promedio (% / min)	1,5	1,5
Deformación en la falla (%)	1,05	1,58
Razón de vacíos	2,043	2,075
Sensibilidad	22	

1.2.- Antecedentes de la muestra

Descripción Visual	Limo inorgánico
Tipo de muestra	NP
Preparación de la muestra	Tallada / Compactada

1.4.- Tabla de datos de Deformación Unitaria y Esfuerzo a la Compresión

Deformación unitaria (%)	Esfuerzo Unitario (kPa)	
	Natural	Remoldeada
0,00	-	-
0,26	49,89	7,69
0,53	73,90	28,97
0,79	92,43	36,45
1,05	110,86	43,42
1,32	81,30	49,42
1,58	65,82	50,23
1,84		35,61
2,11		17,34

1.5.- Grafico Deformación


ANEXO 5 INFORME DE ENSAYO N° T- 2855 - 7789/2016

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Ensayo de infiltración Porchet (Según Manual Técnicas Alternativas para Soluciones de aguas Lluvias en sectores Urbanos "MINVU" 1996)

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

1.1.-Identificación de la muestra

Pozo N°	2
Horizonte	3
Cota (m)	1,50-1,80
Fecha de ensayo	18-01-2016

1.2.- Resultado ensayo Infiltración Porchet

Radio exc. (R) = 150 mm

Nivel (mm)	Tiempo (s)	Tiempo (hr)	2*h+R	Infiltración (mm/hr)
300	0	0,000	800	0,0
275	2160	0,600	750	10,8
250	4715	1,310	700	9,7
PROMEDIO				10,2

*Nota: Infiltración global estimada 10,2 mm/hr.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7790/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

1.-Antecedentes Generales

AREA	Mecánica de suelos
Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
Número correlativo de Obra	2
Numero Correlativo SERVIU	-
Fecha de Emisión	08-03-2016
Tipo de informe	Determinación de la Densidad en el Terreno. Método Cono de Arena Nch. 1516 Of. 79.

1.1 Antecedentes del Cliente

Cliente (Solicitante)	Arquitectonica Limitada
Dirección	Diagonal Oriente N° 1930, Comuna de Providencia, Región Metropolitana
Mandante (Propietario)	Municipalidad de Temuco
Profesional Responsable	Fernando Aguilera
Inspector Técnico en Obra (Cuando Corresponda)	No Informa

1.2 Antecedentes del Muestreo

Lugar de Muestreo	Balmaceda N° 325, Comuna de Temuco, Región de La Araucanía
Fecha de Muestreo	18-01-2016
Responsable de muestreo	Laboratorio Eecolab Ltda.
Procedimiento de muestreo utilizado	PSC 23 – Nch. 1516 Of. 79
Fecha ingreso muestra a laboratorio	20-01-2016
Responsable transporte de muestra	Laboratorio Eecolab Ltda.
Procedimiento de Transporte de muestra	PSC 23

2.- Datos de la Muestra

Material Tipo			Limo inorgánico			
Referencia D.M.S.C. obtenida del informe N°			T-2855 - 7789/2016		Emitido por Eecolab Ltda.	
Exigencia (%) Compactación Ref. a D.M.C.S			-			
N°	Estructura	Ubicación	Lado	Capa	Profundidad (m)	Fecha
1	Calicata 1	Horizonte 1, Cota: 0,10-1,40	-	-	0,60	18-01-2016
2	Calicata 3	Horizonte 2, Cota: 0,10-1,00	-	-	0,60	18-01-2016
3	Calicata 5	Horizonte 2, Cota: 0,20-1,10	-	-	0,80	18-01-2016

3.- Resultados Densidad en el Terreno Método Cono de Arena (Nch. 1516Of. 79) / Determinación de la Humedad (Nch. 1515 Of. 79)

N°	D.C.H. (Kg/m³)	Humedad (%)	D.C.S (Kg/m³)	Referencia D.M.C.S (Kg/m³)	% Compactación Referido a D.M.C.S
1	984	14,7	858	1220	70,3
2	1092	15,9	942	1220	77,2
3	1005	16,3	864	1210	71,4

4.- Observaciones

Héctor Cayún M. Laboratorista Vial C. Jefe de Sala.	Carlos Morales N. Ingeniero Civil Gerente.
---	--

Digitado por: P. B.

INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

1.-Antecedentes Generales

AREA	Mecánica de suelos
Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
Número correlativo de Obra	3
Numero correlativo SERVIU	-
Fecha de Emisión	21-03-2015
Tipo de informe	Análisis de Material (Sondaje Geotécnico N° 1)

1.1 Antecedentes del Cliente

Cliente (Solicitante)	Arquitectonica Limitada
Dirección	Diagonal Oriente N° 1930, Comuna de Providencia, Región Metropolitana
Mandante (Propietario)	Municipalidad de Temuco
Profesional Responsable	Fernando Aguilera
Inspector Técnico en Obra (Cuando Corresponda)	No Informa

1.2 Antecedentes del Muestreo

Lugar de Muestreo	Balmaceda N° 325, Comuna de Temuco, Región de La Araucanía
Fecha de Muestreo	14-01-2016 al 28-01-2016
Responsable de muestreo	Laboratorio Eecolab Ltda.
Procedimiento de muestreo utilizado	PSC 23 – NCh 164 EOf. 76
Fecha ingreso muestra a laboratorio	01-02-2016
Responsable transporte de muestra	Laboratorio Eecolab Ltda.
Procedimiento de Transporte de muestra	PSC 23

Digitado por: P. B.



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Nombre Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-------------------------------	--

2.- Referencia Normativa.

Ensayos ejecutados	- Análisis granulométrico (MC V8-8102.1 / 2014) - Límites de consistencia (NCh1517/1 y /2 Of 1979) - Clasificación de suelos (ASTM D-2487-11) (*) - Densidad de partículas sólidas (NCh1532 Of.1980) - Humedad natural (NCh1515 Of. 1979)
--------------------	---

(*) Ensayos No incluidos dentro del alcance de la acreditación INN

Nota: Los resultados informados se refieren únicamente a los ítems ensayados.

El informe de ensayo no debe ser reproducido excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del laboratorio.

3.-Identificación de las muestras ensayadas.

Numero Interno de Muestra	Numero de Planilla	Identificación	Tipo de Muestra	Estado de la Muestra		Material Tipo
				Recibidas	Ensayadas	
15790	-	S1 Cota de Extracción: 0,00-0,45 m.	CN	X	X	Natural
15791	-	S1 Cota de Extracción: 1,00-3,00 m.	CD	X	X	Natural
15792	-	S1 Cota de Extracción: 3,00-6,00 m.	CD	X	X	Natural
15793	-	S1 Cota de Extracción: 6,00-9,00 m.	CD	X	X	Natural
15794	-	S1 Cota de Extracción: 9,00-11,00 m.	CD	X	X	Natural
15795	-	S1 Cota de Extracción: 12,00-15,00 m.	CD	X	X	Natural
15796	-	S1 Cota de Extracción: 15,00-18,00 m.	CD	X	X	Natural
15797	-	S1 Cota de Extracción: 18,00-21,00 m.	CD	X	X	Natural
15798	-	S1 Cota de Extracción: 21,00-24,00 m.	CD	X	X	Natural
15799	-	S1 Cota de Extracción: 24,00-26,00 m.	CD	X	X	Natural
15800	-	S1 Cota de Extracción: 26,00-30,00 m.	CD	X	X	Natural

1.- La descripción del tipo de muestra corresponde a:

P : Muestra perturbada

NP : Muestra no perturbada.

SH : Muestra Obtenida por medio del tubo Shelby

CN : Muestra Obtenida por medio de cuchara normal.

CD : Muestra Obtenida por medio de corona diamantada

4.- Observaciones

--

Héctor Cayún M.	Carlos Morales N.
Laboratorista Vial C	Ingeniero Civil
Jefe de Sala	Gerente

INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

1.- Identificación de la muestra

Sondaje	1	1	1	1
Horizonte	1	2	2	3
Numero Interno	15790	15791	15792	15793
Cota horizonte (m)	0,00-1,00	1,00-6,00	1,00-6,00	6,00-11,00
Cota de extracción de muestra (m)	0,00-0,45	1,00-3,00	3,00-6,00	6,00-9,00

2.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2014)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
		02-03-2016	02-03-2016	03-03-2016	03-03-2016
ASTM	Nch	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
N°	mm				
3"	80	-	100	100	100
2 1/2"	63	-	85	74	92
2"	50	-	52	67	62
1 1/2"	40	-	41	62	52
1"	25	100	28	52	38
3/4"	20	94	25	43	34
3/8"	10	78	25	38	33
N°4	5	67	25	38	32
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	63	22	38	32
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	58	12	23	22
N°200	0,080	52	8	12	9
Sobre Tamaño (%)		-	-	30	-

3.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

Fecha del Ensayo	04-03-2016	01-03-2016	04-03-2016	03-03-2016
Tipo de acanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM
Método de ensayo empleado	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Límite Líquido (%)	69	No Determinable	No Determinable	No Determinable
Límite Plástico (%)	54	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	15	NP	NP	NP

4.- Clasificación de suelos

Fecha de la Clasificación	21-03-2016	21-03-2016	21-03-2016	21-03-2016
Clasificación USCS (ASTM D-2487-11)	MH	GP-GM	GP-GM	GP-GM
Clasificación ASSHTO (D-3282-09)	A-7-5 (8)	A1-a (0)	A1-a (0)	A1-a (0)

5.- Determinación de la densidad Partículas Solidas (NCh1532 / 1980)

Fecha del Ensayo	02-03-2016	02-03-2016	02-03-2016	02-03-2016
Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	2400	2740	2700	2720



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

6.- Identificación de la muestra

Sondaje	1	1	1	1
Horizonte	1	2	2	3
Numero Interno	15790	15791	15792	15793
Cota horizonte (m)	0,00-1,00	1,00-6,00	1,00-6,00	6,00-11,00
Cota de extracción de muestra (m)	0,00-0,45	1,00-3,00	3,00-6,00	6,00-9,00

7.- Determinación de la humedad Natural (NCh1515.Of79)

Fecha del Ensayo	01-03-2016	01-03-2016	02-03-2016	02-03-2016
Humedad Natural (%)	17,7	4,3	4,1	4,8

8.- Relación Humedad – densidad (NCh 1534/2.Of79)

Fecha del Ensayo	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
% Retenido en 20mm (%)	-	-	-	-
D.M.C.H (Kg/m³)	-	-	-	-
Humedad óptima (%)	-	-	-	-
D.M.C.S (Kg/m³)	-	-	-	-

9.- Desgaste de Los Ángeles (NCh1369.Of78 / 1978)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Grado N° 4 (%)	-	-	-	-

10.- Cubicidad de partículas (MCV8-8202.6 / 2014)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Chancado (%)	-	-	-	-
Rodado (%)	-	-	-	-
Laja (%)	-	-	-	-

11.- Determinación de la Densidad Relativa (ASTM D 4253 – ASTM D 4254 / 00 (2006))

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Vía Húmeda	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad máxima (Kg/m³)	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad mínima (Kg/m³)	-	-	-	-

12.- Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Natural Seca (Kg/m³)	-	-	-	-

13.-Determinación de la Densidad Neta de las Gravas y Gravillas (NCh 1117 Of 2010)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Neta (Kg/m³)	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

14.- Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81)

14.1.- Identificación de la muestra ensaye CBR

Sondaje	-	-	-	-
Horizonte	-	-	-	-
Numero Interno	-	-	-	-
Cota horizonte (m)	-	-	-	-
Cota de extracción de la muestra (m)	-	-	-	-
Fecha	-	-	-	-

14.2.- Resultado ensayo CBR

Molde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Método empleado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acondicionamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca antes de inmersión (Kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca de la muestra después de inmersión (kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W antes de compactar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W después de compactar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W capa superior 25 mm. (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W promedio después de inmersión (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobre carga (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 95% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 90% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. a Densidad Natural y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

15.- Identificación de la muestra

Sondaje	1	1	1	1
Horizonte	3	4	5	6
Numero Interno	15794	15795	15796	15797
Cota horizonte (m)	6,00-11,00	11,00-15,00	15,00-18,00	18,00-21,00
Cota de extracción de muestra (m)	9,00-11,00	12,00-15,00	15,00-18,00	18,00-21,00

16.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2014)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
		02-03-2016	07-03-2016	08-03-2016	08-03-2016
ASTM	Nch	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
N°	mm				
3"	80	100	100	100	100
2 1/2"	63	91	87	91	90
2"	50	66	59	65	71
1 1/2"	40	58	53	57	60
1"	25	47	39	54	42
3/4"	20	40	36	50	38
3/8"	10	37	36	44	35
N°4	5	37	36	44	34
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	37	35	44	34
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	26	22	34	29
N°200	0,080	6	5	11	9
Sobre Tamaño (%)		-	8	26	33

17.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

Fecha del Ensayo	03-03-2016	09-03-2016	09-03-2016	09-03-2016
Tipo de acanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM
Método de ensayo empleado	Mecánico	Mecánico	Mecánico	Mecánico
Límite Líquido (%)	No Determinable	No Determinable	No Determinable	No Determinable
Límite Plástico (%)	NP	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	NP	NP	NP	NP

18.- Clasificación de suelos

Fecha de la Clasificación	21-03-2016	21-03-2016	21-03-2016	21-03-2016
Clasificación USCS (ASTM D-2487-11)	GP-GM	GP-GM	GP-GM	GP-GM
Clasificación ASSHTO (D-3282-09)	A1-a (0)	A1-a (0)	A1-b (0)	A1-a (0)

19.- Determinación de la densidad Partículas Solidas (NCh1532 / 1980)

Fecha del Ensayo	02-03-2016	08-03-2016	08-03-2016	09-03-2016
Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	2720	2710	2700	2690



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

20.- Identificación de la muestra

Sondaje	1	1	1	1
Horizonte	3	4	5	6
Numero Interno	15794	15795	15796	15797
Cota horizonte (m)	6,00-11,00	11,00-15,00	15,00-18,00	18,00-21,00
Cota de extracción de muestra (m)	9,00-11,00	12,00-15,00	15,00-18,00	18,00-21,00

21.- Determinación de la humedad Natural (NCh1515.Of79)

Fecha del Ensayo	02-03-2016	04-03-2016	07-03-2016	07-03-2016
Humedad Natural (%)	4,1	5,6	11,4	9,6

22.- Relación Humedad – densidad (NCh 1534/2.Of79)

Fecha del Ensayo	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
% Retenido en 20mm (%)	-	-	-	-
D.M.C.H (Kg/m³)	-	-	-	-
Humedad óptima (%)	-	-	-	-
D.M.C.S (Kg/m³)	-	-	-	-

23.- Desgaste de Los Ángeles (NCh1369.Of78 / 1978)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Grado N° 4 (%)	-	-	-	-

24.- Cubicidad de partículas (MCV8-8202.6 / 2014)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Chancado (%)	-	-	-	-
Rodado (%)	-	-	-	-
Laja (%)	-	-	-	-

25.- Determinación de la Densidad Relativa (ASTM D 4253 – ASTM D 4254 / 00 (2006))

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Vía Húmeda	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad máxima (Kg/m³)	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad mínima (Kg/m³)	-	-	-	-

26.- Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Natural Seca (Kg/m³)	-	-	-	-

27.-Determinación de la Densidad Neta de las Gravas y Gravillas (NCh 1117 Of 2010)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Neta (Kg/m³)	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

28.- Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81)

28.1.- Identificación de la muestra ensaye CBR

Sondaje	-	-	-	-
Horizonte	-	-	-	-
Numero Interno	-	-	-	-
Cota horizonte (m)	-	-	-	-
Cota de extracción de la muestra (m)	-	-	-	-
Fecha	-	-	-	-

28.2.- Resultado ensayo CBR

Molde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Método empleado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acondicionamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca antes de inmersión (Kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca de la muestra después de inmersión (kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W antes de compactar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W después de compactar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W capa superior 25 mm. (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W promedio después de inmersión (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobre carga (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 95% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 90% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. a Densidad Natural y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

29.- Identificación de la muestra

Sondaje	1	1	1	-
Horizonte	7	8	9	-
Numero Interno	15798	15799	15800	-
Cota horizonte (m)	21,00-24,00	24,00-26,00	26,00-30,00	-
Cota de extracción de muestra (m)	21,00-24,00	24,00-26,00	26,00-30,00	-

30.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2014)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
		08-03-2016	08-03-2016	08-03-2016	-
ASTM	Nch	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
N°	mm				
3"	80	-	100	100	-
2 1/2"	63	100	92	92	-
2"	50	72	83	82	-
1 1/2"	40	56	57	68	-
1"	25	40	33	40	-
3/4"	20	37	27	30	-
3/8"	10	34	24	25	-
N°4	5	33	24	25	-
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	33	24	25	-
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	29	20	21	-
N°200	0,080	10	8	8	-
Sobre Tamaño (%)		-	27	13	-

31.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

Fecha del Ensayo	08-03-2016	08-03-2016	08-03-2016	-
Tipo de acanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	-
Método de ensayo empleado	Mecánico	Mecánico	Mecánico	-
Límite Líquido (%)	No Determinable	No Determinable	No Determinable	-
Límite Plástico (%)	NP	NP	NP	-
Índice de Plasticidad	NP	NP	NP	-

32.- Clasificación de suelos

Fecha de la Clasificación	21-03-2016	21-03-2016	21-03-2016	-
Clasificación USCS (ASTM D-2487-11)	GP-GM	GP-GM	GP-GM	-
Clasificación ASSHTO (D-3282-09)	A1-a (0)	A1-a (0)	A1-a (0)	-

33.- Determinación de la densidad Partículas Solidas (NCh1532 / 1980)

Fecha del Ensayo	09-03-2016	09-03-2016	09-03-2016	-
Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	2690	2640	2710	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

34.- Identificación de la muestra

Sondaje	1	1	1	-
Horizonte	7	8	9	-
Numero Interno	15798	15799	15800	-
Cota horizonte (m)	21,00-24,00	24,00-26,00	26,00-30,00	-
Cota de extracción de muestra (m)	21,00-24,00	24,00-26,00	26,00-30,00	-

35.- Determinación de la humedad Natural (NCh1515.Of79)

Fecha del Ensayo	07-03-2016	07-03-2016	07-03-2016	-
Humedad Natural (%)	10,8	6,1	4,0	-

36.- Relación Humedad – densidad (NCh 1534/2.Of79)

Fecha del Ensayo	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
% Retenido en 20mm (%)	-	-	-	-
D.M.C.H (Kg/m³)	-	-	-	-
Humedad óptima (%)	-	-	-	-
D.M.C.S (Kg/m³)	-	-	-	-

37.- Desgaste de Los Ángeles (NCh1369.Of78 / 1978)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Grado N° 4 (%)	-	-	-	-

38.- Cubicidad de partículas (MCV8-8202.6 / 2014)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Chancado (%)	-	-	-	-
Rodado (%)	-	-	-	-
Laja (%)	-	-	-	-

39.- Determinación de la Densidad Relativa (ASTM D 4253 – ASTM D 4254 / 00 (2006))

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Vía Húmeda	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad máxima (Kg/m³)	-	-	-	-
Método	-	-	-	-
Det. Densidad mínima (Kg/m³)	-	-	-	-

40.- Densidad Natural Seca (AASHTO T-233/00)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Natural Seca (Kg/m³)	-	-	-	-

41.-Determinación de la Densidad Neta de las Gravas y Gravillas (NCh 1117 Of 2010)

Fecha de Ensayo	-	-	-	-
Densidad Neta (Kg/m³)	-	-	-	-



INFORME DE ENSAYO OFICIAL N° T- 2855 - 7844/2016

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción R.E. N° 6977 del 27/10/2011 MINVU

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco.
-----------------	--

42.- Ensayo CBR (Según NCh 1852 Of. 81)

42.1.- Identificación de la muestra ensaye CBR

Sondaje	-	-	-	-
Horizonte	-	-	-	-
Numero Interno	-	-	-	-
Cota horizonte (m)	-	-	-	-
Cota de extracción de la muestra (m)	-	-	-	-
Fecha	-	-	-	-

42.2.- Resultado ensayo CBR

Molde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Método empleado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Acondicionamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca antes de inmersión (Kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Densidad seca de la muestra después de inmersión (kg/m3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W antes de compactar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W después de compactar (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W capa superior 25 mm. (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W promedio después de inmersión (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sobre carga (g)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 95% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. al 90% D.M.C.S y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ref. a Densidad Natural y a 5,08 mm. de penetración (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Expansión (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



ANEXO II – CLASIFICACION SISMICA DE SUELOS SEGÚN D.S. 61

ANEXO II

INFORME CLASIFICACION SISMICA DE SUELOS SEGÚN NCH 433 Y DECRETO MINVU N°6 I

PROYECTO: DISEÑO DE REPOSICION ESCUELA ESPECIAL ÑIELOL.

UBICACIÓN: BALMACEDA N°325, COMUNA DE TEMUCO, REGION
DE LA ARAUCANIA.

I	20-04-2016	Entrega Informe Mandante	D.R.C.	C.M.Ñ.
REV	FECHA	OBSERVACIONES	PREPARO	REVISO

INDICE.

ITEM	CONTENIDO	
I	INTRODUCCION	3
II	METODOLOGIA	4
III	CAMPAÑA DE TERRENO	6
IV	INTERPRETACION REGISTROS DE TERRENO	9
V	CALCULOS V_{s30}	15
VI	CARACTERIZACION SUELO DE FUNDACION	16

1.-INTRODUCCION

En el presente informe se determina la clasificación sísmica del terreno donde se proyecta la obra “Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco”, a ubicarse en la calle Balmaceda N°325, Comuna de Temuco, IX Región de la Araucanía.

La determinación se ha realizado considerando el Decreto N° 61 de fecha 13-12-2011 del MINVU, específicamente el artículo 6°, correspondiente a Clasificación Sísmica del Terreno.

La norma exige para la clasificación sísmica de suelos, información referente al parámetro que indica la rigidez del suelo a bajas deformaciones de los estratos superiores, es decir, la Velocidad de onda de corte promedio de los 30 m superiores del terreno, V_{s30} . Esta puede ser obtenida por ensayos down-hole, cross-hole o sonda de suspensión, o a partir de mediciones de ondas superficiales (Rayleigh) por métodos como, SASW, MASW o ReMi.

Según el decreto mencionado es necesario informar las curvas de dispersión y los resultados del perfil de velocidades en profundidad, para dos mediciones preferentemente ortogonales.

En este caso, para la clasificación sísmica se utilizó la metodología de la técnica sísmica pasiva ReMi, donde se obtuvieron 2 perfiles sísmicos de 54 m en Perfil - 1 y 54 m en Perfil - 2 de longitud que permitieron determinar la velocidad de ondas de corte V_s hasta al menos 30m de profundidad.

Además junto con la información obtenida de la medición de V_s realizada con el método ReMi, se ejecuta un sondaje geotécnico a 30m de profundidad con el cual se obtiene la estratigrafía del sector en estudio y además se obtienen muestras perturbadas y no perturbadas para los respectivos ensayos en laboratorio exigidos por el D.S.G.I.

II.-METODOLOGÍA

El método ReMi utilizado en este caso para la obtención de la velocidad de ondas de corte promedio (V_s), se basa en la medición de ondas superficiales Rayleigh según se explica más adelante.

Refracción de Microtremores (ReMi).

El método de refracción de microtremores ReMi (Louie 2001), utiliza una instrumentación similar al de la prueba de refracción sísmica, pero en su análisis permite separar las ondas Rayleigh de otras ondas elásticas, obteniendo finalmente la Velocidad de ondas de corte V_s , en profundidad.

Este método utiliza como fuente de ondas el ruido ambiental, por lo que es apto para ambientes urbanos, donde existe gran cantidad de ruido, y permite la detección de estratos blandos (con menor rigidez), entre estratos con mayor rigidez.

Para la obtención de datos en campo, se realiza un tendido lineal con 12 o más geófonos verticales de 4.5 Hz, con terminal en un sismógrafo digital modelo "Sumit Xtream", el que permite el registro de vibración ambiental (microtremores) y vibración superficial inducida.

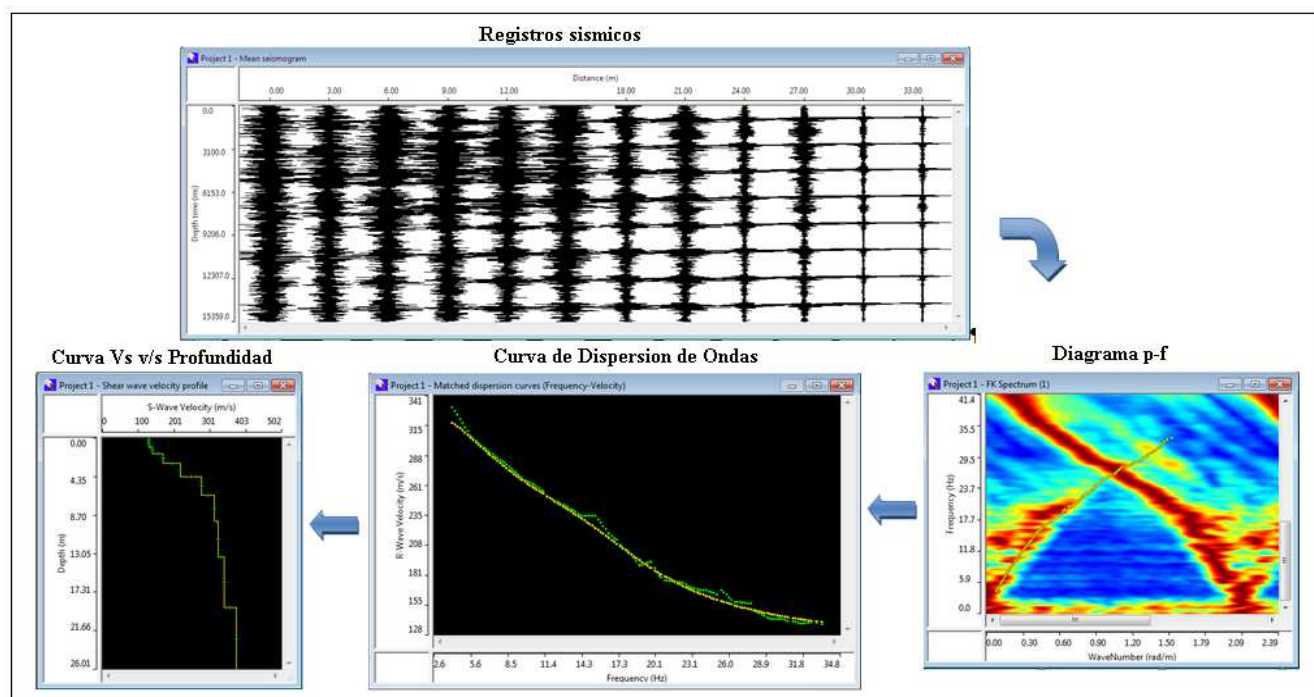
Luego de realizada la obtención de datos, se realiza un procesado de los registros mediante un software, que generan un espectro p-f (velocidad de frecuencia v/s tardanza), seguido de esto se determina la gráfica de frecuencia v/s velocidad de fase de onda Rayleigh, finalmente mediante un modelo iterativo se traza la curva de dispersión en la que se establecen los espesores de los diferentes estratos y sus respectivas velocidad de corte (V_s)

Es decir el método consta de los siguientes pasos:

- Registro de datos en campo
- Análisis de espectro p-f
- Generación y análisis de grafica periodo v/s Velocidad de fase de onda Rayleigh (curva de dispersión)
- Obtención de velocidad de onda de corte V_s por estrato.

A continuación se muestra de forma grafica el proceso de medición de V_s por método ReMi.

Figura 1: Resumen de Proceso de Medición de Vs por Método ReMi.



III.- CAMPAÑA DE TERRENO.

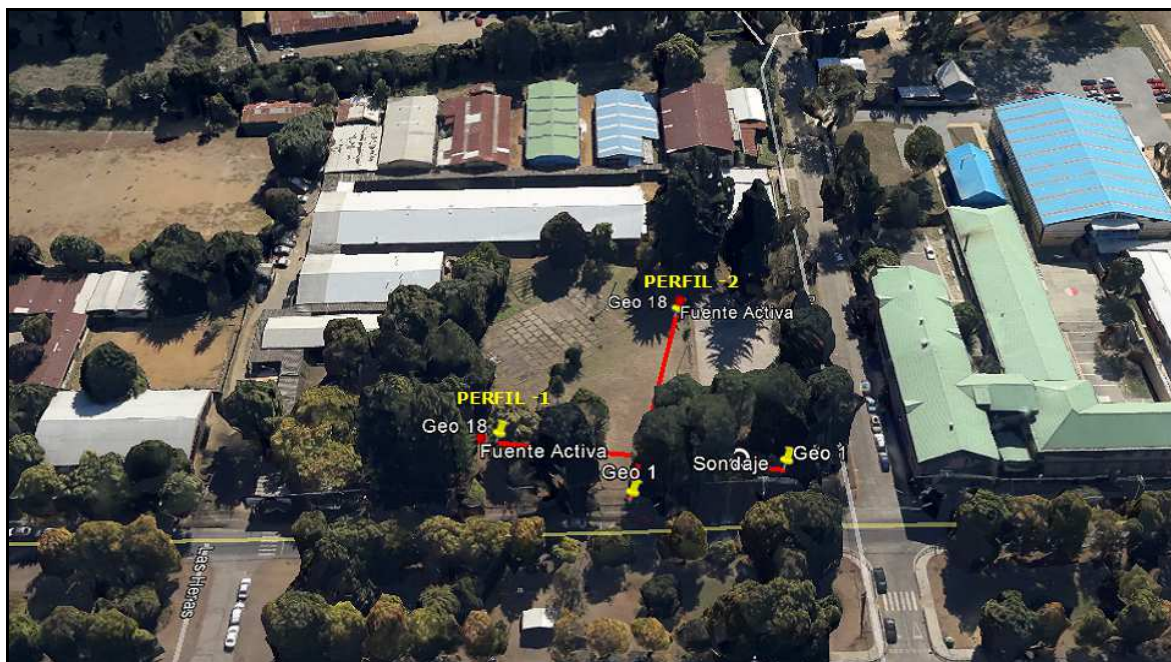
La exploración del terreno se realizó mediante la ejecución de dos perfiles sísmicos ReMi, para los cuales se desplegaron 18 geófonos verticales de 4.5Hz cada 3.00 m de separación para perfil - 1 y 18 geófonos verticales de 4.5 Hz cada 3.00 m para el perfil - 2, ubicados en línea.

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto y disposición de geófonos en terreno.

Figura 2:

Emplazamiento Perfiles sísmicos ReMi.





A continuación se entregan las coordenadas UTM de los geófonos, y fuentes activas de cada perfil, utilizadas para la medición de velocidad de onda de corte en terreno a través de metodología ReMi.

Perfil	Descripción	Zona	Coord Norte	Coord. Este
1	Geo 1	18H	5710192.00	709210.00
1	Geo 18	18H	5710212.00	709159.00
1	Fuente Activa	18H	5710212.00	709156.00
2	Geo 1	18H	5710191.00	709180.00
2	Geo 18	18H	5710240.00	709202.00
2	Fuente Activa	18H	5710243.00	709204.00
Sondaje	-	18H	5710194.00	709202.00

III.a.- Registro Fotográfico:

A continuación se muestra el registro fotográfico de la ejecución de los dos perfiles ReMi. a lo largo del terreno del proyecto.

Perfil 1: Longitud 54m.



Perfil 2: Longitud 54m.



IV.- INTERPETRACION REGISTROS DE TERRENO.

En las imágenes siguientes se muestra la interpretación de los registros obtenidos en campo.

Registros Perfil I.

Figura 3: Registro de Ruido ambiental, durante 15 seg.

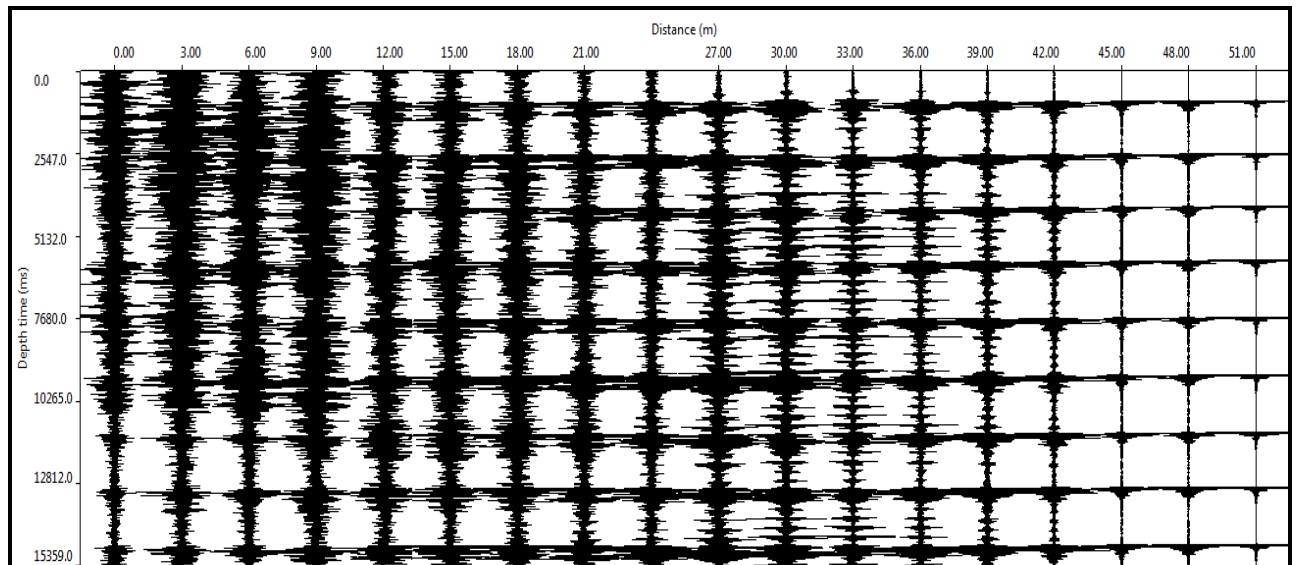


Figura 4: Curva dispersión de velocidad de fase de ondas Rayleigh (Frecuencia v/s tardanza, p-f).

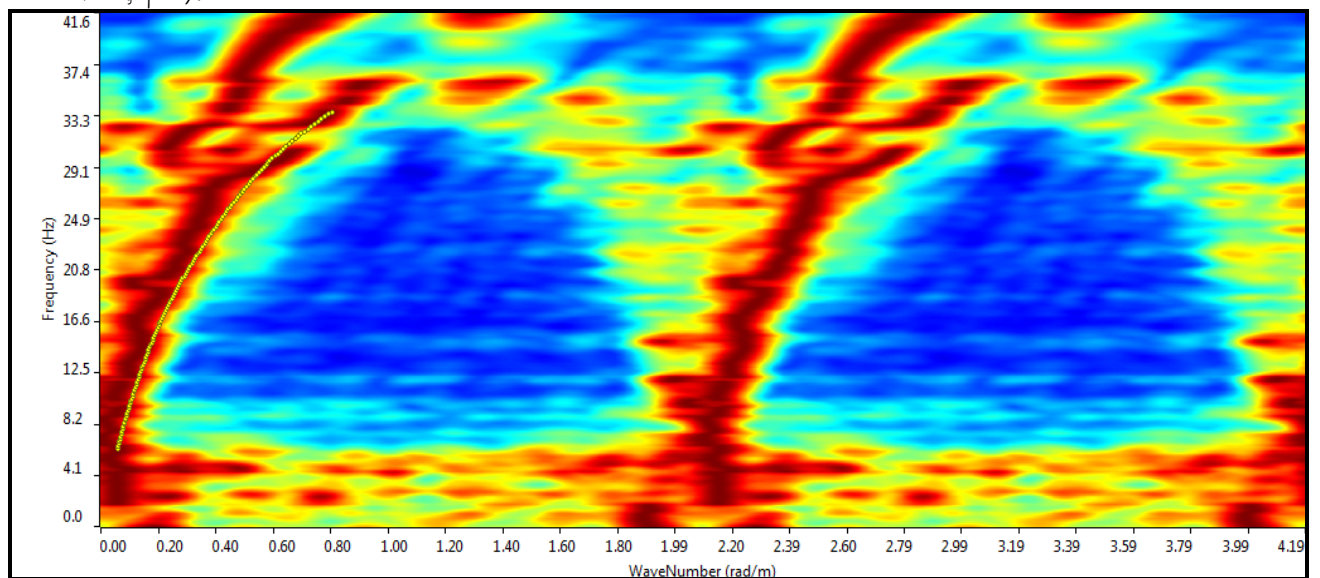
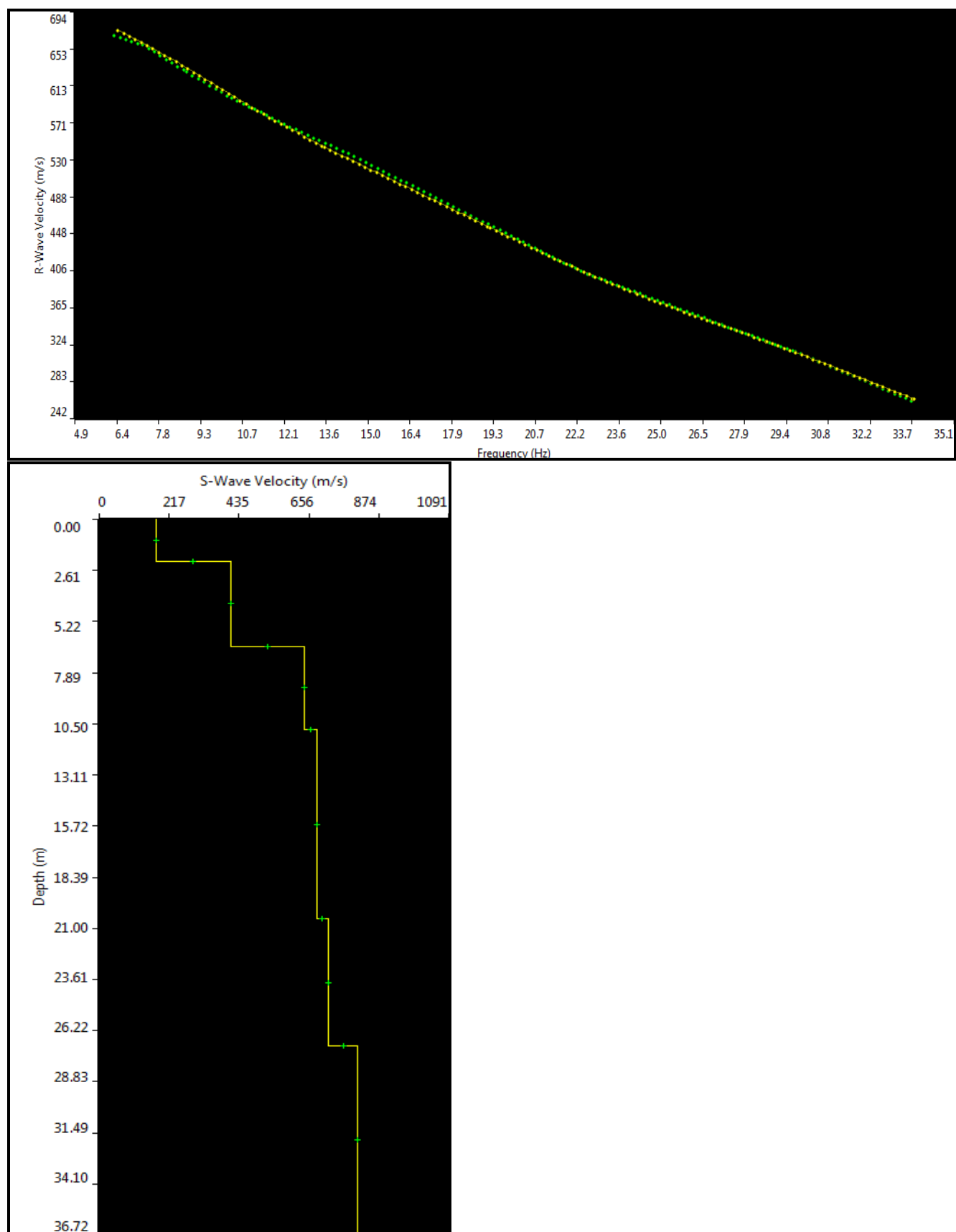


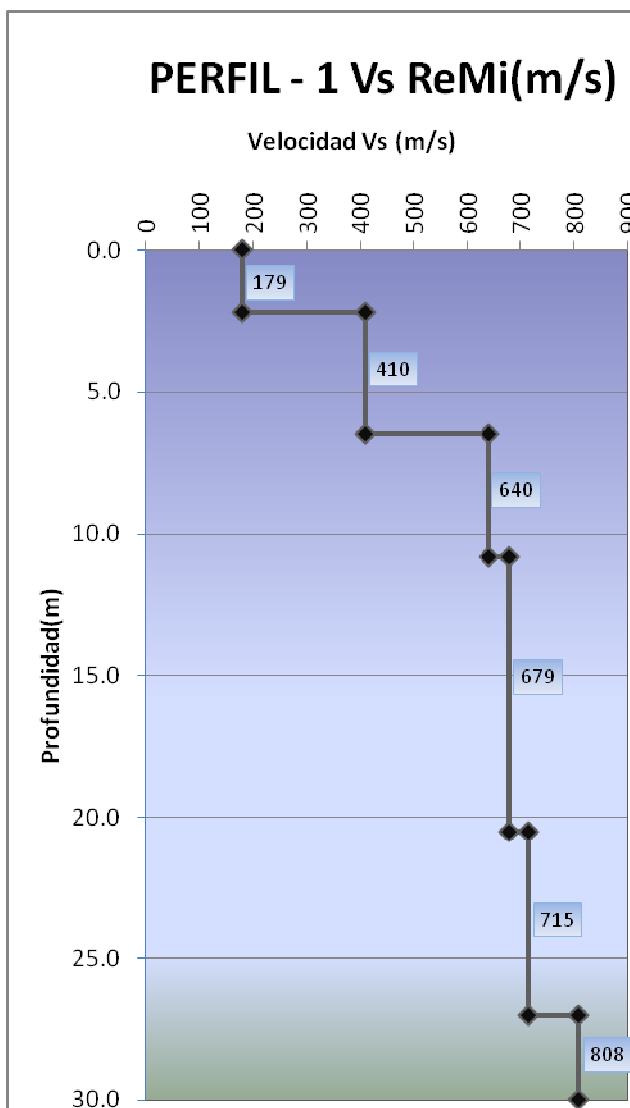
Figura 5: Obtención de valores de Velocidad de onda de corte, a partir de curva de dispersión.



ANÁLISIS PERFIL 1.swan - Synthetic model table							
	Thickness	Depth	Vs	Vp	Poisson	Density	
Layer 1	2.15	0.00	179	358	0.333	1.800	
Layer 2	4.35	2.15	410	819	0.333	1.800	
Layer 3	4.30	6.50	640	1279	0.333	1.800	
Layer 4	9.70	10.80	679	1357	0.333	1.800	
Layer 5	6.50	20.50	715	1429	0.333	1.800	
Layer 6	INF	27.00	808	1615	0.333	1.800	

Tabla 1: Valores de Velocidad de onda de corte Vs ReMi (m/s) en profundidad.

PERFIL - 1		
TRAMO PROF (m)	Vs ReMi(m/s)	
0.0 2.2	179	
2.2 6.5	410	
6.5 10.8	640	
10.8 20.5	679	
20.5 27.0	715	
27.0 30.0	808	



Registros Perfil 2.

Figura 6: Registro de Ruido ambiental, durante 15 seg.

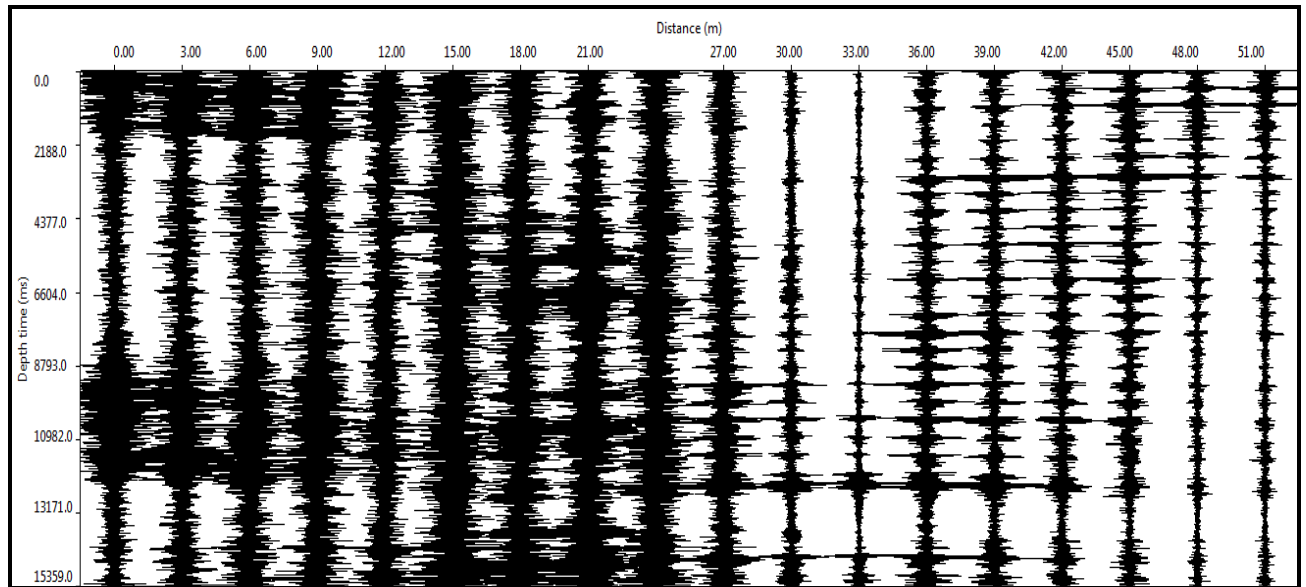


Figura 7: Curva dispersión de velocidad de fase de ondas Rayleigh (Frecuencia v/s tardanza, p - f).

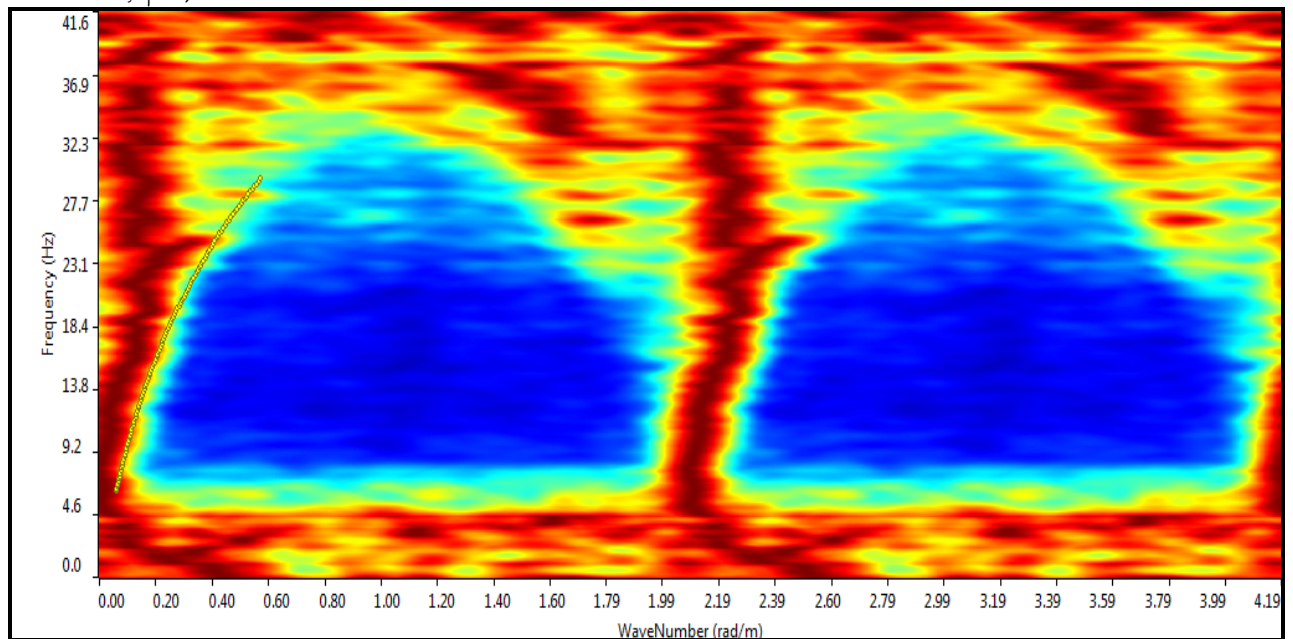
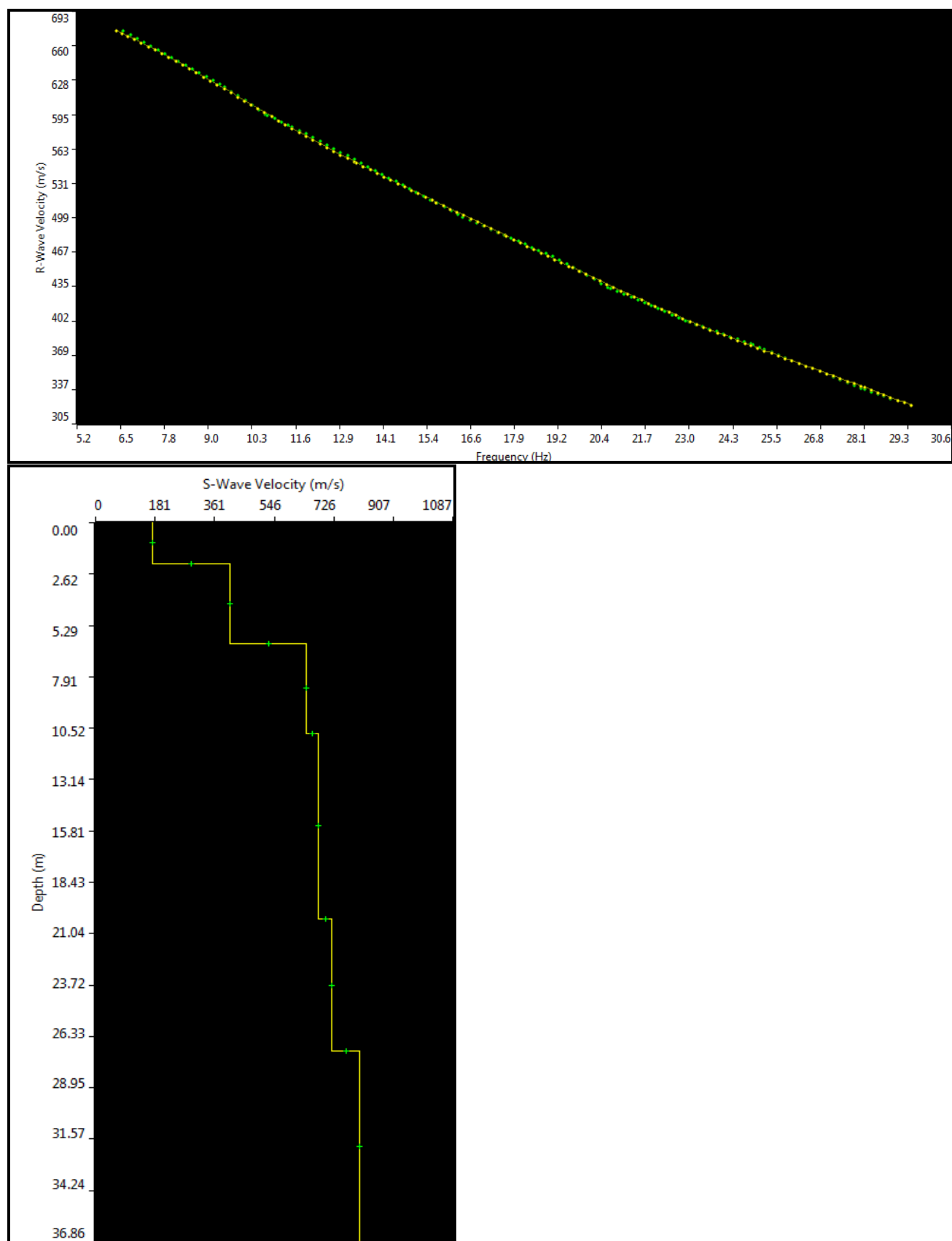


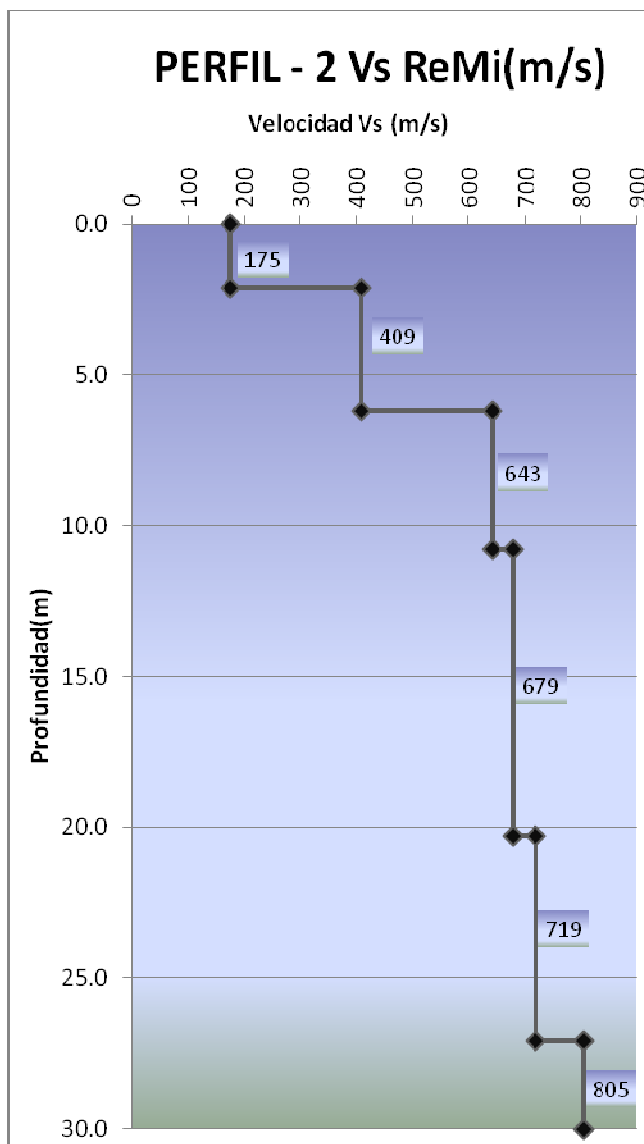
Figura 8: Obtención de valores de Velocidad de onda de corte, a partir de curva de dispersión.



analysis perfil 2.swan - Synthetic model table							
	Thickness	Depth	Vs	Vp	Poisson	Density	
Layer 1	2.10	0.00	175	350	0.333	1.800	
Layer 2	4.10	2.10	409	817	0.333	1.800	
Layer 3	4.58	6.20	643	1285	0.333	1.800	
Layer 4	9.52	10.78	679	1357	0.333	1.800	
Layer 5	6.80	20.30	719	1437	0.333	1.800	
Layer 6	INF	27.10	805	1609	0.333	1.800	

Tabla 2: Valores de Velocidad de onda de corte Vs ReMi (m/s) en profundidad.

PERFIL - 2		
TRAMO	PROF (m)	Vs ReMi(m/s)
0.0	2.1	175
2.1	6.2	409
6.2	10.8	643
10.8	20.3	679
20.3	27.1	719
27.1	30.0	805



V.-CALCULOS V_{s30} .

La determinación de la Velocidad de Onda de Corte, de los 30m superiores (V_{s30}) se realiza a partir de los perfiles de velocidad obtenidos, cuyos registros muestran la velocidad de onda de corte de cada estrato hasta los 30 m de profundidad, para lo cual se utiliza la siguiente expresión.

$$V_{s30} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_{s-i}}}$$

Donde:

V_{s-i} : Velocidad de ondas de corte del estrato i, en m/s.

h_i : Espesor del estrato i, en metros

N : Números de estrato en los 30m superiores del terreno.

A continuación se realiza el cálculo de V_{s30} para ambos perfiles obtenidos.

Tabla 3: Calculo V_{s30} Perfil – 1.

Perfil - 1			Determinación V_{s30} (Perfil -1)		
Tramo(m)		V_s (m/s)	h_i	V_{s1}	h_i/V_{s1}
0.0	2.2	179.0	2.2	179.0	0.01201
2.2	6.5	410.0	4.4	410.0	0.01061
6.5	10.8	640.0	4.3	640.0	0.00672
10.8	20.5	679.0	9.7	679.0	0.01429
20.5	27.0	715.0	6.5	715.0	0.00909
27.0	30.0	808.0	3.0	808.0	0.00371
				V_{s30}	531.6

Tabla 4: Calculo V_{s30} Perfil – 2.

Perfil - 2			Determinación V_{s30} (Perfil -2)		
Tramo(m)		V_s (m/s)	h_i	V_{s1}	h_i/V_{s1}
0.0	2.1	175	2.1	175.0	0.012
2.1	6.2	409	4.1	409.0	0.010
6.2	10.8	643	4.6	643.0	0.007
10.8	20.3	679	9.5	679.0	0.014
20.3	27.1	719	6.8	719.0	0.009
27.1	30.0	805	2.9	805.0	0.004
				V_{s30}	533.8

VI.- CARACTERIZACION DEL SUELO DE FUNDACION.

Considerando el decreto N° 61, específicamente el artículo 6°, en el cual se definen los tipos de suelos de fundación, se tiene el siguiente cuadro.

Tabla 5: Definición tipos de Suelos.

	Suelo Tipo	V_{s30} (m/s)	RQD	q_u (MPa)	(N_1) (golpes/pie)	S_u (MPa)
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	$\geq 50\%$	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		$\geq 0,40$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		$\geq 0,30$ ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso, o firme	≥ 180			≥ 30	$\geq 0,05$
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	$< 0,05$
F	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

N_1 : Índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas

RQD: Rock Quality Designation, según norma ASTM D 6032

q_u : Resistencia a la compresión simple del suelo

ϵ_{qu} : Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple

S_u : Resistencia al corte no-drenada del suelo

Adicionalmente para la clasificación sísmica se indica lo siguiente:

En consideración de la información obtenida de la exploración de terreno que da cuenta de la existencia de suelos granulares del tipo gravas areno limosas a gravas arenosas de alta potencia pero que subyacen a suelos finos del tipo limos y arenas limosas compactas, este último estrato definido como sello de fundación para estructuras de un piso, es posible indicar que para la condición más desfavorable se darán estructuras no apoyadas en los estratos granulares sino que en suelos finos arenosos que presentan valores de $S_u = 0.07$ MPa.

Por otra parte la información estratigráfica obtenida del sondaje se resume a continuación:

Horizonte N°	Profundidad m	Espesor m	Descripción del estrato
1	0,00 a 1,00	1,00	Limo arenoso color café, de consistencia firme, estructura homogénea, plasticidad baja con un valor de IP de 15, porcentaje de finos bajo la malla N°200 alrededor de 55%, humedad baja, presenta raíces aisladas. El material corresponde a MH según sistema de clasificación USCS.
2	1,00 a 6,00	5,00	Suelo granular arenoso color gris, con fracción arena de tamaño medio y lentes en que la matriz arenosa se afina, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3" a 4", plasticidad nula, humedad baja, graduación 75% de grava, 17% de arena y 8% de finos, clasifica GP – GM y su origen es fluvial.
3	6,00 a 11,00	5,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta, graduación conformada por 68% de grava, 23% de arena y 9% de finos, clasifica como GP - GM y su origen es fluvial.
4	11,00 a 15,00	4,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 64% de grava, 31% de arena y 5% de finos, clasifica como GP – GM y su origen es fluvial.
5	15,00 a 18,00	3,00	Suelo granular arenoso de color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3" a 5", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 56% de grava, 33% de arena y 11% de finos, clasifica como GM y su origen es fluvial.
6	18,00 a 21,00	3,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación estimada en 67% de grava, 23% de arena y 10% de finos, clasifica como GP-

			GM y su origen es fluvial.
7	21,00 a 24,00	3,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 67% de grava, 23% de arena y 10% de finos, clasifica GP - GM y su origen es fluvial.
8	24,00 a 26,00	2,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 76% de grava, 16% de arena y 8% de finos, clasifica GP y su origen es fluvial.
9	26,00 a 30,00	4,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 75% de grava, 17% de arena y 8% de finos, clasifica GP y su origen es fluvial.

Se entrega además los resultados de los ensayos obtenidos a las muestras del sondaje

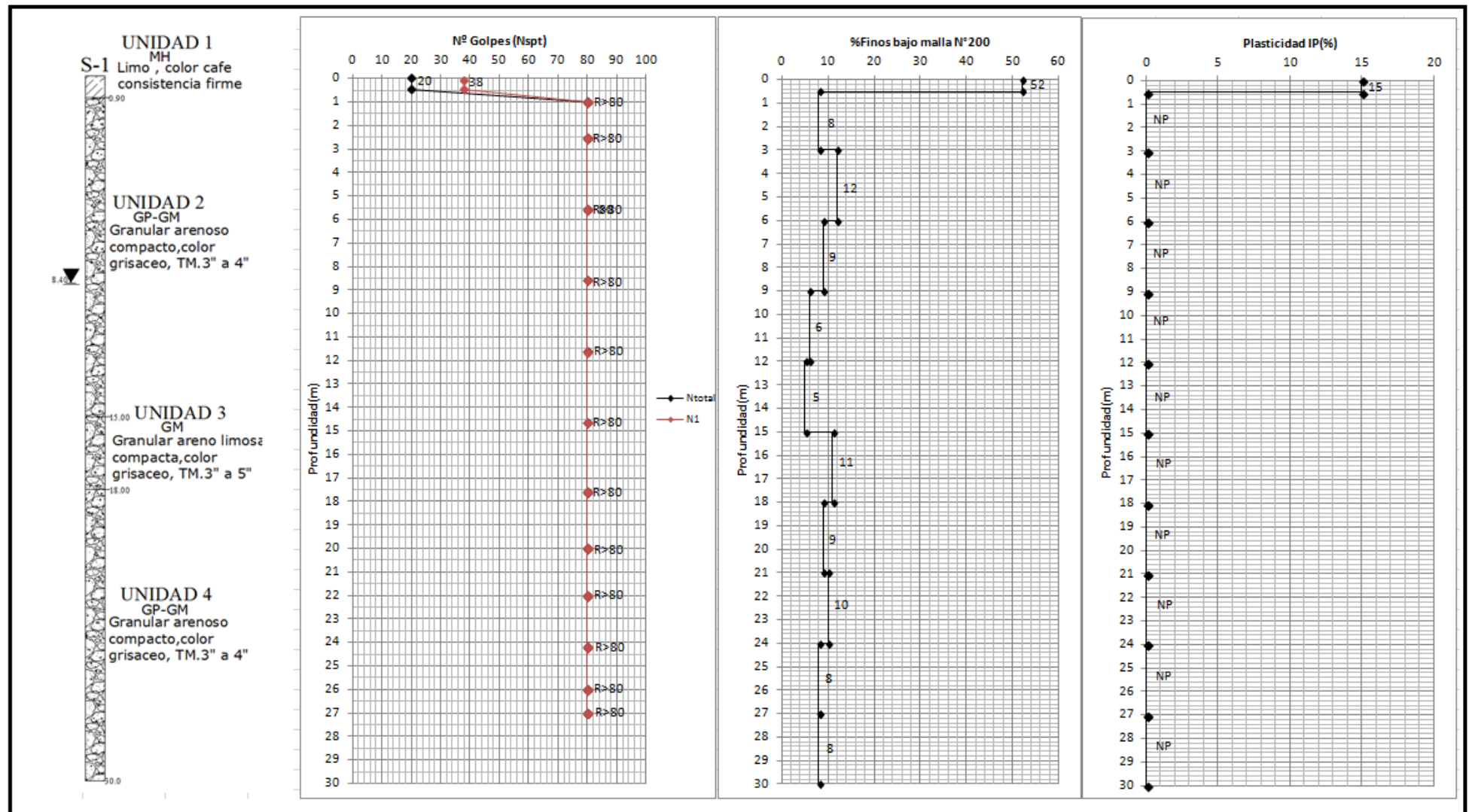
Tabla 6: (a) Numero de golpes ensayo SPT (b) Porcentaje de finos bajo malla N°200, (c) Índice de Plasticidad

Profundidad		Numero de Golpes Nt
Desde	Hasta	
0.00	0.45	20
1.00	1.04	R>80
2.54	2.57	R>80
5.57	5.59	R>80
8.59	8.61	R>80
11.61	11.65	R>80
14.65	14.68	R>80
17.60	17.62	R>80
20.00	20.02	R>80
22.00	22.04	R>80
24.20	24.23	R>80
26.00	26.03	R>80
27.00	27.04	R>80

Profundidad		% Finos bajo malla N°200
Desde	Hasta	
0.0	0.5	52
0.5	3.0	8
3.0	6.0	12
6.0	9.0	9
9.0	12.0	6
12.0	15.0	5
15.0	18.0	11
18.0	21.0	9
21.0	24.0	10
24.0	27.0	8
27.0	30.0	8

Profundidad		Indice de Plasticidad
Desde	Hasta	
0.0	0.5	15
0.5	3.0	NP
3.0	6.0	NP
6.0	9.0	NP
9.0	12.0	NP
12.0	15.0	NP
15.0	18.0	NP
18.0	21.0	NP
21.0	24.0	NP
24.0	27.0	NP
27.0	30.0	NP

Diagrama estratigráfico y ensayos sondaje geotécnico S-1. (Eecolab 2016)



Por lo tanto considerando que el valor de Vs30 obtenido del ensayo ReMi, corresponde a Vs30 (Perfil 2)=532m/s, y por otra parte el análisis de ensayos y de la información estratigráfica obtenida de la ejecución del sondaje geotécnico muestra un estrato granular grueso de alta potencia pero por otro lado existen sectores donde se fundaran algunas estructuras en estratos finos arenosos que muestran valores de $S_u > 0.05$ MPa pero $q_u < 0.30$ MPa, es posible resumir toda la información en la siguiente tabla :

Tabla 7 Resumen resultados de ensayos en suelos de fundación para aplicación de D.S.61

	Suelo Tipo	Vs 30(m/s)	RQD	q_u (MPa) ($< 2\% \epsilon_{qu}$)	NI (golpes/pie) Promedio	S_u (MPa)
Valores obtenidos de ensayos para este estudio		532 (m/s) (Anexo II)	No aplica	0.13	No aplica	0.071
Valores exigidos D.S 61	Tipo C	≥ 350	-	≥ 0.30		≥ 0.05
Valores exigidos D.S 61	Tipo D	≥ 180	-	-	≥ 20	< 0.05

De acuerdo a lo anterior, se define que el suelo de fundación del proyecto para la situación más desfavorable corresponde a Suelo TIPO D y que esta clasificación deberá considerarse para el desarrollo del proyecto.


 Daniela Ramírez C.
 Ingeniero Civil.


 Carlos Morales N.
 Ingeniero Civil.

ANEXO III – INFORME TECNICO TERRENO EJECUCION SONDAJE GEOTECNICO,

INFORME TÉCNICO DE TERRENO PERFORACIÓN SONDAJE GEOTÉCNICO

Proyecto: Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol, Temuco
Región de La Araucanía

Solicitado por: Arquitectónica Ltda.

Temuco, 24 de Marzo de 2016

I	24-03-2016	Entrega informe terreno	D.R.C	C.M.Ñ.
REV.	FECHA	OBSERVACIONES	PREPARÓ	REVISÓ

INDICE

ITEM	CONTENIDO	Nº PÁG.
I.-	INTRODUCCIÓN	3
II.-	DESARROLLO	5
III.-	REGISTROS DE TERRENO	6
IV.-	REGISTRO FOTOGRÁFICO	11

I.- INTRODUCCIÓN

El siguiente Informe presenta el estudio de un (1) sondaje de rotación ejecutado con corona diamantada HQ3, de 30 metros de profundidad, para proyecto denominado “Diseño Reposición Escuela Especial Ñielol”, emplazado en calle Balmaceda N°325, Comuna de Temuco, Región de la Araucanía.

Coordenadas UTM del sondaje, 18H: E: 709202.00 N: 5710194.00

Durante la ejecución de los trabajos de terreno se efectuaron básicamente los siguientes trabajos:

- 1.- Descripción estratigráfica de los distintos horizontes encontrados.
- 2.- Extracción de muestras para ensayos de laboratorio mediante rotación.
- 3.- Ensayos SPT (Standar Penetration Test) cuando aplica.
- 4.- Medición del nivel freático en sondaje.

En la figura N°1, se observa la ubicación general del sondaje ejecutado.



Figura N°1. Ubicación en planta de sondaje ejecutado. Imagen Google Earth.

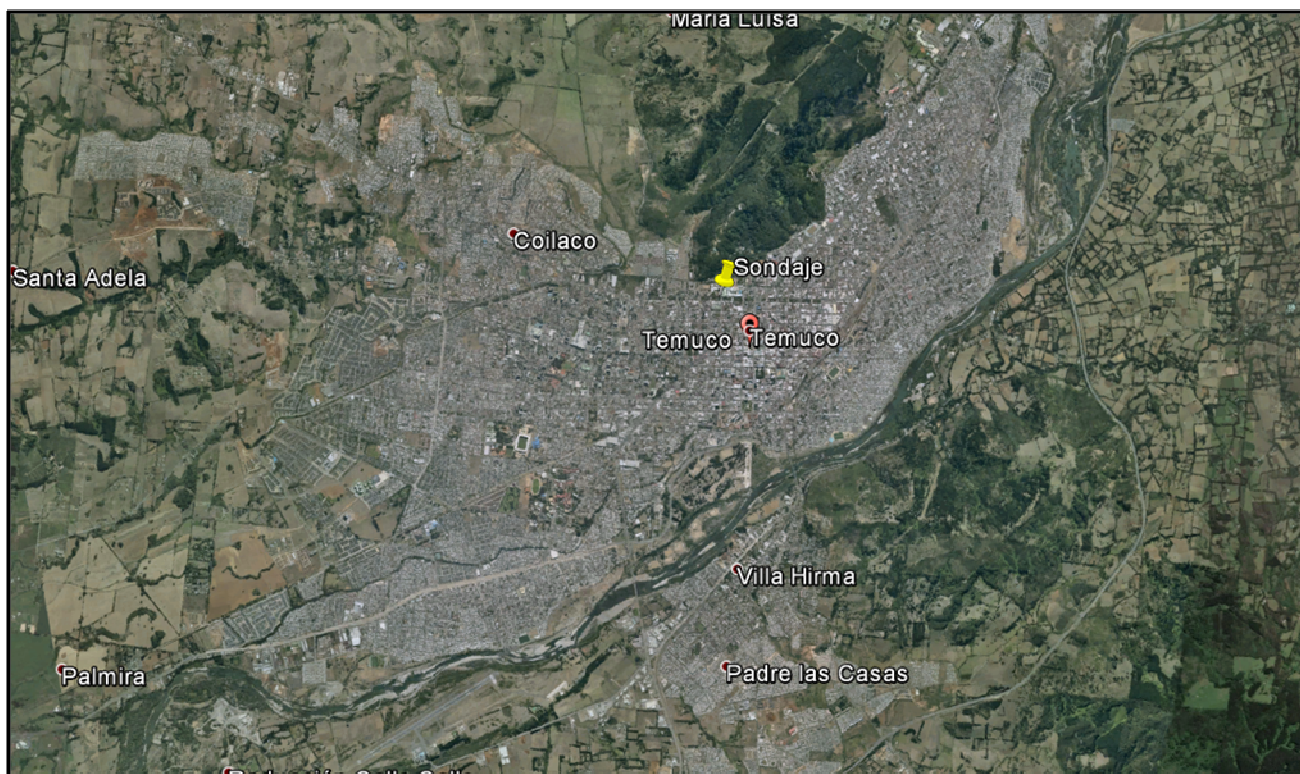


Figura N°2. Ubicación general de sondaje ejecutado, Imagen Google Earth.

II.- DESARROLLO.

Entre las fechas 15 al 28 de Enero de 2016, se ejecutó un (1) sondaje a rotación en el cual se utilizó una perforadora marca Longyear rotatoria, barras tipo HQ3 y tubo interior, además de muestreos mediante equipo de ensayo SPT, según normativa vigente en Decreto Supremo 61. Cabe mencionar que esta perforación corresponde al sondaje N°152 según numeración correlativa interna de Eecolab Ltda.

Dada la naturaleza de los suelos encontrados en el lugar y el tipo de proyecto en desarrollo, se han programado los siguientes ensayos de laboratorio, según normativa.

- Granulometría
- Límites de Atterberg
- Clasificación de suelos según la USCS
- Humedad natural
- Peso específico
- Medición de número de golpes N_{spt}

Entre las normas utilizadas se encuentran:

- ✓ NCh 1515 Of79: "Mecánica de suelos – Determinación de la humedad".
- ✓ NCh 1517/1 Of7: "Mecánica de suelos – Límites de consistencia – Parte 1: determinación del límite líquido".
- ✓ NCh 1517/2 Of79: "Mecánica de suelos – Límites de consistencia – Parte 2: determinación del límite plástico".
- ✓ ASTM D 2487-00: "Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)".
- ✓ NCh 3364, Primera Edición 2014.10.30 Geotecnia – Ensayo de Penetración Estándar.
- ✓ M. de C. 8.102-12: "Suelos: Método para determinar la granulometría (LNV 105-12)".
- ✓ NCh 1532 Of80: "Mecánica de suelos – Determinación de la densidad de partículas sólidas".

De acuerdo a lo observado en terreno, se puede definir la siguiente estratigrafía:

III.- REGISTROS DE TERRENO

En la tabla N° 1, se presenta el perfil estratigráfico observado en el sondaje

Horizonte N°	Profundidad m	Espesor m	Descripción del estrato
1	0,00 a 1,00	1,00	Limo arenoso color café, de consistencia firme, estructura homogénea, plasticidad baja con un valor de IP de 15, porcentaje de finos bajo la malla N°200 alrededor de 55%, humedad baja, presenta raíces aisladas. El material corresponde a MH según sistema de clasificación USCS.
2	1,00 a 6,00	5,00	Suelo granular arenoso color gris, con fracción arena de tamaño medio y lentes en que la matriz arenosa se afina, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3" a 4", plasticidad nula, humedad baja, graduación 75% de grava, 17% de arena y 8% de finos, clasifica GP – GM y su origen es fluvial.
3	6,00 a 11,00	5,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta, graduación conformada por 68% de grava, 23% de arena y 9% de finos, clasifica como GP - GM y su origen es fluvial.
4	11,00 a 15,00	4,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 64% de grava, 31% de arena y 5% de finos, clasifica como GP – GM y su origen es fluvial.
5	15,00 a 18,00	3,00	Suelo granular arenoso de color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3" a 5", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 56% de grava, 33% de arena y 11% de finos, clasifica como GM y su origen es fluvial.
6	18,00 a 21,00	3,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a

			saturado, graduación estimada en 67% de grava, 23% de arena y 10% de finos, clasifica como GP-GM y su origen es fluvial.
7	21,00 a 24,00	3,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 67% de grava, 23% de arena y 10% de finos, clasifica GP - GM y su origen es fluvial.
8	24,00 a 26,00	2,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 76% de grava, 16% de arena y 8% de finos, clasifica GP y su origen es fluvial.
9	26,00 a 30,00	4,00	Suelo granular arenoso color gris, gravas presentan cantos redondeados y sub redondeados, con tamaño máximo 3", plasticidad nula, humedad alta a saturado, graduación conformada por 75% de grava, 17% de arena y 8% de finos, clasifica GP y su origen es fluvial.

Tabla N°1. Perfil estratigráfico en sondaje (según MC-V2.503.202(3)AyB / 2014)

En la tabla N° 2, se presentan los registros de terreno de ensayos SPT.

Muestra	Fecha	Profundidad z	N° de Golpes SPT en Sondaje I			
N°	muestreo	m	N1	N2	N3	N _{SPT}
1	14-01-2016	0.00-0.45	7	9	11	20
	14-01-2016	0.45-1.00	Rotación			
2	14-01-2016	1.00-1.04	-	-	-	R>80
	14-01-2016	1.04-2.54	Rotación			
3	14-01-2016	2.54-2.57	-	-	-	R>80
	14-01-2016	2.57-5.57	Rotación			
4	15-01-2016	5.57-5.59	-	-	-	R>80
	15-01-2016	5.59-8.59	Rotación			
5	15-01-2016	8.59-8.61	-	-	-	R>80
	15-01-2016	8.61-11.61	Rotación			
6	15-01-2016	11.61-11.65	-	-	-	R>80
	15-01-2016	11.65-14.65	Rotación			
7	15-01-2016	14.65-14.68	-	-	-	R>80
	15-01-2016	14.68-17.60	Rotación			
8	23-01-2016	17.60-17.62	-	-	-	R>80
	23-01-2016	17.62-20.00	Rotación			
9	23-01-2016	20.00-20.02	-	-	-	R>80
	23-01-2016	20.05-22.00	Rotación			
10	25-01-2016	22.00-22.04	-	-	-	R>80
	25-01-2016	22.04-24.20	Rotación			
11	26-01-2016	24.20-24.23	-	-	-	R>80
	26-01-2016	24.23-26.00	Rotación			
12	27-01-2016	26.00-26.03	-	-	-	R>80
	27-01-2016	26.03-27.00	Rotación			
13	28-01-2016	27.00-27.04	-	-	-	R>80
	28-01-2016	27.00-27.04	-	-	-	R>80

Tabla 2. Resultados de Nspt en profundidad

(*) N_{SPT} = N2+N3

(**)R = Rechazo

A continuación se muestra gráfico con valores de Nspt en profundidad

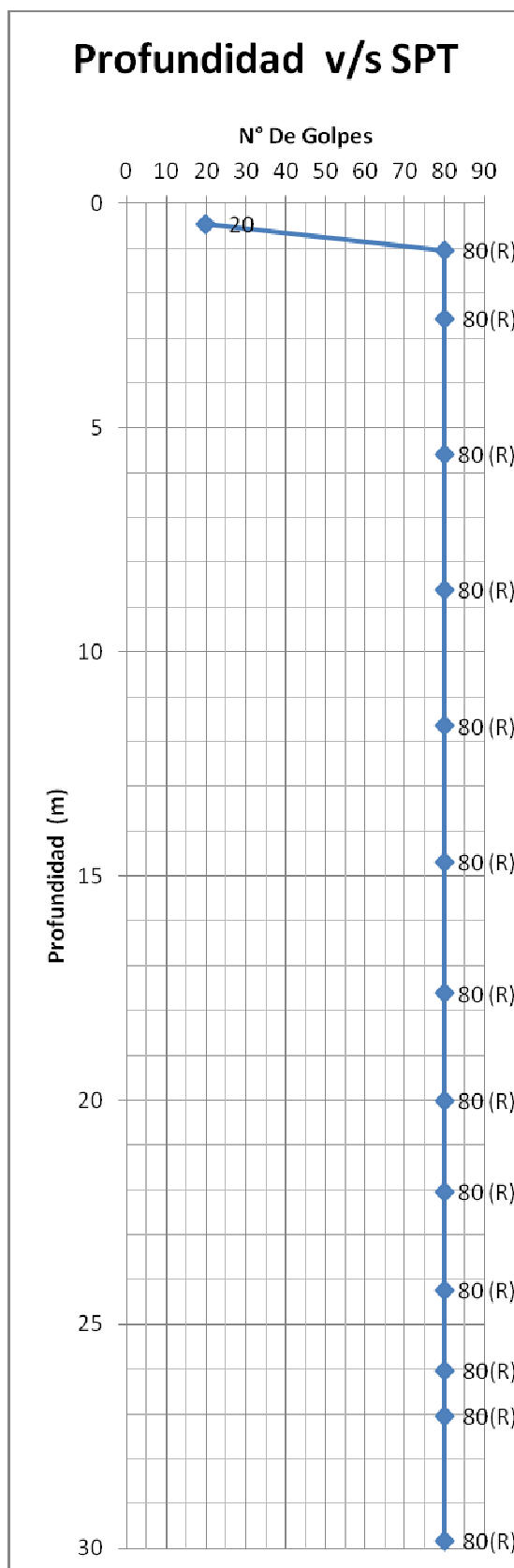


Tabla 3. Grafico de resultados de Nspt en profundidad

En la tabla N°4 se presentan los controles del nivel freático.

Fecha	Hora	Cota Napa (m)
15-01-2016	08:45 A.M.	No se detecta
23-01-2016	09:00 A.M.	-8.40
24-01-2016	09:00 A.M.	-8.70
25-01-2016	09:20 A.M.	-9.00
26-01-2016	10:10 A.M.	-9.20

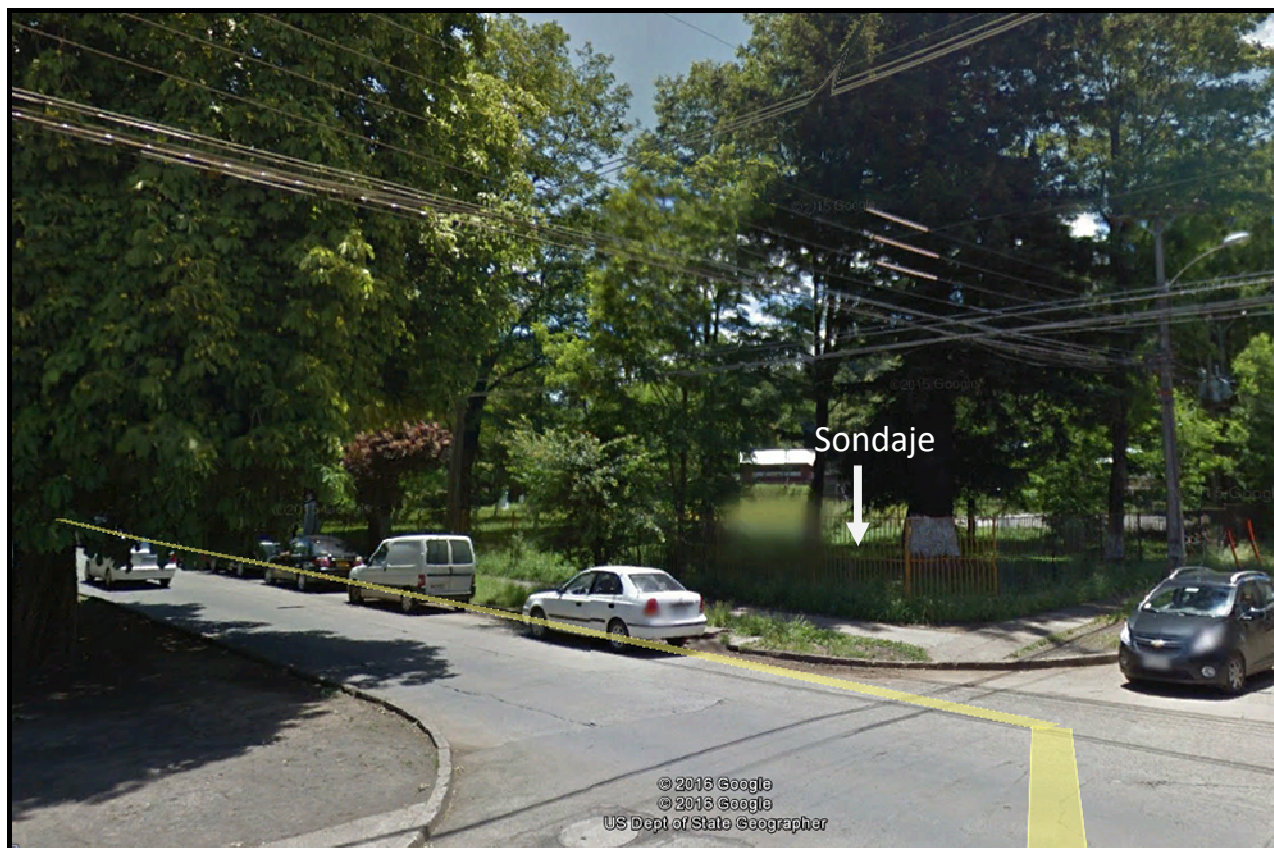
Tabla 4. Control de napa freática.



Sergio López Poblete
Constructor Civil
Supervisor Sondajes Eecolab Ltda.

IV.- REGISTRO FOTOGRÁFICO

Panorámica del sector





Instalación Máquina Sondaje



Cotas: 0,00 - 6,20 m



Cotas: 6,20 - 10,10 m



Cotas: 10,10- 14,65 m



Cotas: 14,65 - 20,90 m



Cotas: 23.80 - 30,00 m