

INFORME MECÁNICA DE SUELOS PROYECTO CESFAM VILLA ALEGRE



OBRA	EDIFICIO CESFAM VILLA ALEGRE			
UBICACIÓN	AV. ARGENTINA N°875 – TEMUCO REGIÓN DE LA ARAUCANÍA			
CLIENTE	ARQUITECTONICA LTDA.			
INFORME	FECHA	VERSIÓN	PREPARO	REVISO
Entrega Cliente	13/03/2020	0	M.P.A	C.M.Ñ

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	6
1.1	Alcances.	6
1.2	Objetivos.	6
1.3	Ubicación Terreno de Proyecto.	7
1.4	Descripción General de Proyecto.	8
1.5	Bases Técnicas y Teóricas.....	9
2	ANTECEDENTES MECÁNICA DE SUELOS.....	10
2.1	Geomorfología y Geología Terreno de Proyecto.....	10
2.2	Campaña de Terreno.....	12
2.3	Ensayos de Laboratorio.....	14
2.4	Modelo Estratigráfico.	16
2.5	Situación Napa Freática.	19
3	PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO.....	20
3.1	Propiedades Geotécnicas de diseño.....	20
3.2	Nivel de sello de fundación.....	20
3.3	Recomendaciones para radieres.	22
3.4	Cálculo capacidad de carga.	23
3.5	Asentamientos esperados.	25
3.6	Asentamientos máximo admisible.	26
3.7	Constante de Balasto.	27
3.8	Giros de fundaciones rígidas.	28
3.9	Parámetros para diseño de pavimentos.	29
3.10	Excavaciones Verticales.	30
3.11	Clasificación sísmica del suelo.....	31
3.12	Empujes de Suelo.	32
3.13	Tasa de infiltración.....	35
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	36
4.1	Especificaciones técnicas para fundaciones y radieres.	36

4.2	<i>Especificaciones técnicas para rellenos estructurales.....</i>	<i>37</i>
4.3	<i>Especificaciones para excavaciones.</i>	<i>39</i>
5	<i>ESPECIFICACIONES GENERALES.....</i>	<i>41</i>

ÍNDICE TABLAS

<i>Tabla 1: Detalle exploraciones ejecutadas.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2: Resumen Ensayos de Laboratorio.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabla 3: Resumen Ensayos de Laboratorio (continuación).....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 4: Extensión UNIDAD 1.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabla 5: Extensión UNIDAD 2.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabla 6: Nivel de napa freática.....</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 7: Parámetros resistencia esfuerzos estáticos.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 8: Resumen resultados calculo asentamientos en UNIDAD 2.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 9: Constante de balasto para UNIDAD 2 de fundación.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 13: Parámetros del suelo para diseño estructural de pavimentos.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 11: Clasificación sísmica del Terreno de Fundación.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 12: Parámetros para el diseño de sistemas de contención.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 13: Resultados tasa de infiltración.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 14: Curva granulométrica para material granular tipo relleno estructural.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 15: Dimensiones mínimas en entibación de zanjas de profundidad entre 1,5m y 3,0m.....</i>	<i>40</i>

ÍNDICE FIGURAS

<i>Figura 1: Ubicación General Terreno de Proyecto.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2: Ubicación Local Terreno de Proyecto.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 3: Mapa Geológico Ubicación Terreno de Proyecto.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4: Plano Ubicación Prospecciones.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 5: Plano Ubicación Perfiles sísmicos.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6: Perfiles Estratigráfico Calicatas.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 7: Esquema de fundación recomendado.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 8: Modelo Teórico capacidad de carga.</i>	<i>23</i>
<i>Figura 9: Disposición de entibación para excavaciones.</i>	<i>40</i>

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 Alcances.

El presente estudio determina las propiedades geotécnicas del suelo explorado, de manera de definir el comportamiento frente a distintas sollicitaciones a las cuales se verá expuesto, y entregar alternativas para un correcto desempeño de sistema interacción suelo estructura.

Se debe mencionar que la caracterización geotécnica presentada se basa en puntos prospectados en zona de emplazamiento del proyecto en estudio, en fecha actual, junto con la homologación de recopilación de antecedentes tanto de la geología local como de prospecciones geotécnicas ejecutadas cercanas al área de proyecto.

Se exime de las responsabilidades al presente estudio, el diseño de los elementos de fundación tanto en geometría como en materialidades, junto con eventuales modificaciones que pueda presentar el proyecto original.

1.2 Objetivos.

Básicamente se busca establecer el comportamiento del suelo auscultado frente a cargas estáticas y dinámicas mediante la definición de los siguientes puntos:

- ✓ Definición de unidades estratigráficas representativas del terreno de proyecto.
- ✓ Obtención de resistencia al corte representado por capacidad de soporte.
- ✓ Limitar deformaciones frente a cargas estáticas mediante cálculo de asentamiento.
- ✓ Definición de constantes de reacción del suelo.
- ✓ Definición de parámetros geotécnicos dinámicos a través de obtención de velocidad de onda de corte in situ.
- ✓ Clasificación sísmica del suelo en base a normativas vigentes.

Tras definición de comportamiento del suelo, se deberán establecer criterios para correcto desempeño de estructura proyectada, que en esta rama de estudio corresponden a:

- ✓ Definición de sello de fundación.
- ✓ Recomendaciones para diseño de pavimentos.
- ✓ Especificaciones técnicas constructivas.

1.3 Ubicación Terreno de Proyecto.

El proyecto se emplaza en un terreno urbano ubicado al norponiente de la ciudad de Temuco, rodeado de viviendas e instalaciones que comprometen la aglomeración de personas.

El terreno cuenta con una superficie de aproximadamente 3.800m² con una topografía plana, sin pendientes pronunciadas.

A continuación se muestra una imagen aérea del terreno de proyecto.

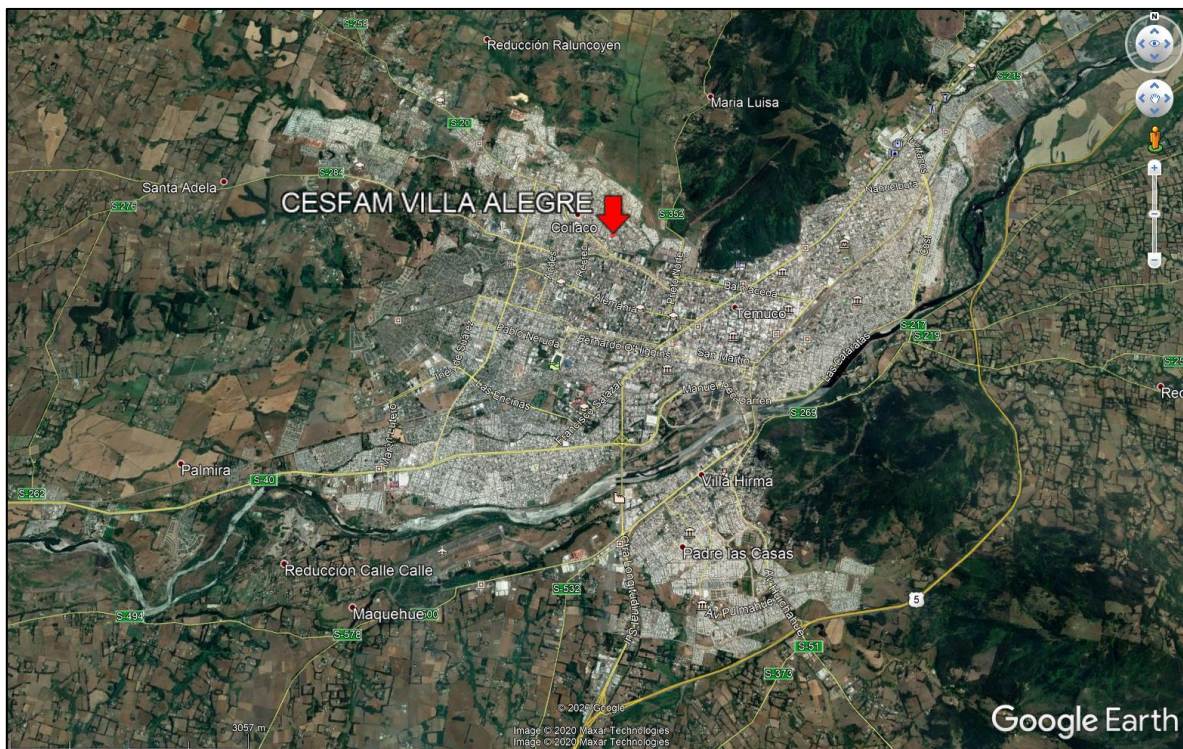


Figura 1: Ubicación General Terreno de Proyecto.



Figura 2: Ubicación Local Terreno de Proyecto.

1.4 Descripción General de Proyecto.

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| - Naturaleza de la ocupación | : Centro de Salud. |
| - Superficie Terreno | : Aprox. 3.800m ² . |
| - Superficie Proyectada | : Aprox. 2.850m ² . |
| - Categoría de ocupación (NCh. 433) | : II. |
| - Número de pisos | : 1 piso. |
| - Materialidades | : Hormigón Armado. |

1.5 Bases Técnicas y Teóricas.

Dentro de los antecedentes recopilados que definen el marco de referencia de presente estudio, se pueden mencionar los siguientes:

- Visita a terreno efectuada por personal perteneciente a Laboratorio GH SPA con fecha 21/01/2020 y 05/02/2020.
- Antecedentes de proyecto proporcionados por el Sr. César Astudillo.
- Informes Estratigrafías y Ensayos N° 289 emitidos por Laboratorio GH SpA., los cuales se entregan en Anexo respectivo.
- Informe Estudio Sísmico, elaborado por Laboratorio GH SpA.
- Informe Técnico de Sondaje, elaborado por la empresa SIMIC SPA.
- Fundamentos de Ingeniería Geotécnica. Braja M. Das. Séptima Edición, 2012.
- Foundation Analysis and Design. Joseph Bowles, Fifth Edition 1996.
- Ejercicios Resueltos de Geotecnia. Matías Sánchez, Tomo I, 2008.
- NCh. 1508. Of 2008. Geotecnia – Estudio de mecánica de suelos. INN, Santiago, Chile.
- NCh. 433 of 96. Modificada 2012. INN, Santiago, Chile.
- Decreto Supremo N°61 fecha 13-12-2011 MINVU.

2 ANTECEDENTES MECÁNICA DE SUELOS.

2.1 Geomorfología y Geología Terreno de Proyecto.

2.1.1 Geomorfología:

Geomorfológicamente se presentan en la comuna 5 elementos como grandes unidades generadas a partir el modelamiento realizado por procesos glaciares, fluviales y aluviales.

a) Cordón montañoso Ñielol:

La principal unidad que podemos mencionar, corresponde al “Cordón Montañoso del Ñielol” el cual atraviesa la comuna en dirección noroeste al sureste, el cual corresponde a un pequeño macizo de origen en el plutonismo tardío.

Los cordones montañosos, correspondieron a unidades que se apoyan o adaptan al armazón constituido por las plataformas, constituyendo los conjuntos estructurales más jóvenes de la corteza terrestre (Coque, 1987).

b) Llanura Aluvial:

La extensión de estas llanuras se restringe a la base de las quebradas específicamente a los pies del Cordón Ñielol. Reciben tanto los drenajes del cordón como el material proveniente del cerro, acumulación controlada por gravedad por lo que corresponden a materiales no consolidados con una distribución variable en sus tamaños desde bloques , gravas (angulosos y subangulosos) a arcilla (en pequeña proporción) .

c) Llanura de Inundación:

Dicha Unidad está asociada al río Cautín, y constituye un área de acumulación de la subida del mismo.

d) Plataforma:

Está constituida producto de varios procesos de transporte de material durante miles de años más la erosión directa de la roca madre, en estas dominan complejos granítico – gnéisicos y esquistos, lo que las hace fácilmente erosionables especialmente por el agua.

e) Terrazas superiores, media e inferior:

Las terrazas fluviales o terraza de río constituyen pequeñas plataformas sedimentarias o mesas construidas por el valle fluvial por los propios sedimentos del río Cautín que se depositan a los lados del cauce en los lugares en los que la pendiente del mismo se hace menor, con lo que su capacidad de arrastre también se hace menor. Corre a lo largo de un valle con un banco a manera de escalón que las separa, ya sea de la planicie de inundación o de una terraza inferior. Es un remanente del cauce antiguo de una corriente que se ha abierto camino hacia un nivel subyacente, mediante la erosión de sus propios depósitos.

2.1.2 Geología de Temuco.

En el área de Temuco han ocurrido a lo largo de los años variados eventos geológicos traducidos en modificaciones en su geografía, eventos mayormente producidos por la actividad volcánica.

En los periodos Jurásico Y oligoceno- Mioceno se han encontrado evidencias de procesos tectónicos como elevación de corteza terrestre, subsidencia, y modificaciones en los cordones volcánicos.

Posteriormente en las Épocas Plioceno y Pleistoceno se produce una intensa actividad volcánica en la cordillera de los Andes la cual queda registrada en los potentes espesores de depósito volcanoclasticos y laharicos.

Junto con estos acontecimientos se suma las glaciaciones ocurridas durante la Época del Pleistoceno lo cual se puede apreciar en los depósitos glaciofluviales presentes en el área.

A continuación se muestra la disposición de dichas exploraciones.

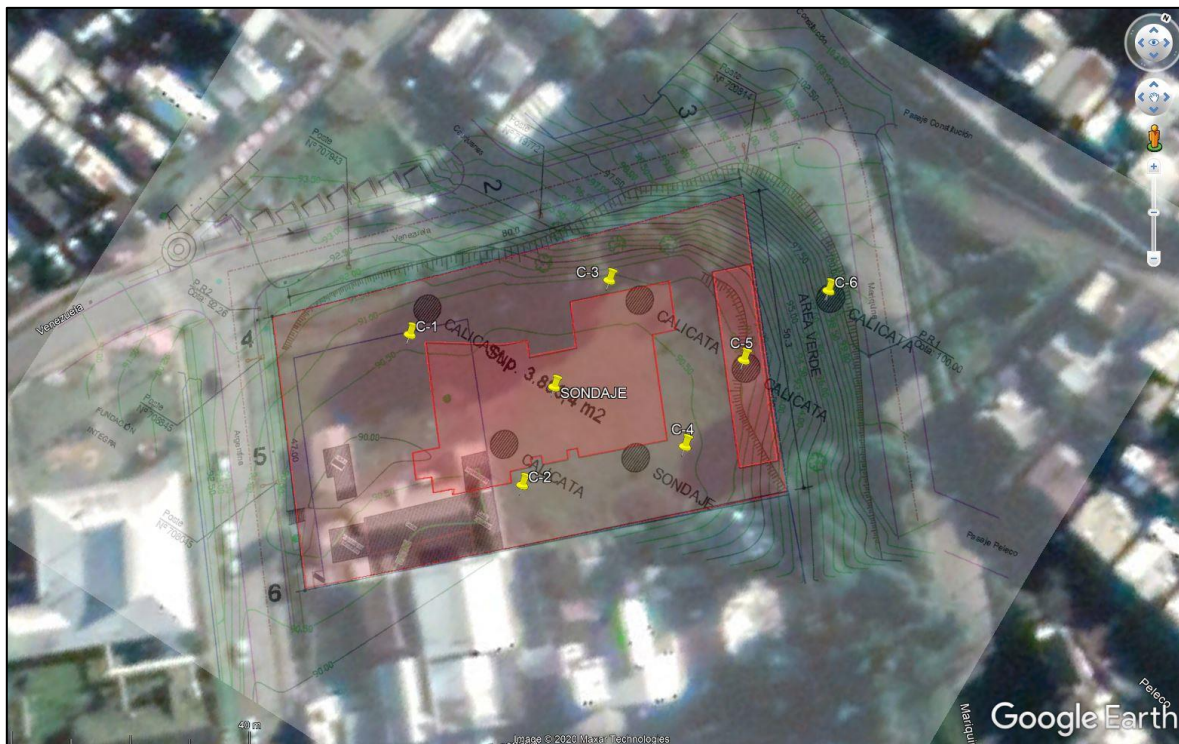


Figura 4: Plano Ubicación Prospecciones.

En la tabla siguiente se detallan aspectos relevantes de ejecución de calicatas.

Tabla 1: Detalle exploraciones ejecutadas.

Calicata	Coordenadas UTM			Profundidad (m)	Nivel Napa (m)	Fecha Exploración
	Huso	Comp. Norte	Comp. Este			
C - 1	18H	5.710.967 m S	707.706 m E	4.00m	No Detectada	21/01/2020
C - 2	18H	5.710.952 m S	707.734 m E	4.00m	No Detectada	21/01/2020
C - 3	18H	5.710.989 m S	707.733 m E	4.00m	No Detectada	21/01/2020
C - 4	18H	5.710.969 m S	707.756 m E	4.00m	3.50m	21/01/2020
C - 5	18H	5.710.986 m S	707.759 m E	4.00m	3.40m	21/01/2020
C - 6	18H	5.711.002 m S	707.767 m E	2.00m	No Detectada	21/01/2020
S - 1	18H	5.710.969 m S	707.732 m E	30.00m	12.00m	21/01/2020 24/01/2020



Figura 5: Plano Ubicación Perfiles sísmicos.

2.3 Ensayos de Laboratorio.

A continuación se detallan el plan de ensayos de laboratorio practicados en base a su naturaleza a muestras del tipo perturbadas y no perturbadas.

- Análisis Granulométrico
- Límites de consistencia
- Determinación de Humedad Natural
- Determinación de Partículas Solidas
- Determinación de la capacidad de soporte del suelo
- Corte Directo
- Compresión No Confinada
- Relación Humedad / Densidad – Proctor
- Capacidad de Soporte CBR
- Consolidación

En la tabla siguiente se entrega un resumen con los resultados de ensayos de laboratorio obtenidos:

Tabla 2: Resumen Ensayos de Laboratorio.

Muestra N°	1000 - 0437	1000 - 0438	1000 - 0439	1000 - 0.329	1000 - 0330	1000 - 0331	1000 - 0441	1000 - 0442
Calicata o Sondaje	C – 1	C – 6	C – 4	S – 1	S – 1	S – 1	C – 1	C – 4
Horizonte	H – 2	H – 2	H – 2	--	--	--	H – 2	H – 3
Cota muestreo (m)	0.60	0.70	0.50	4.00	6.00 - 8.00	10.00	0.60	0.80
Finos bajo malla N°200(%)	92	93	55	95	95	97	--	--
Límite Líquido (%)	61	43	41	47	55	53	--	--
Límite Plástico (%)	35	22	20	22	31	27	--	--
Índice de Plasticidad	26	21	21	25	24	26	--	--
Clasificación USCS	MH	CL	CL	CL	MH	CH	--	--
Humedad (%)	26.3	13.8	9.4	54.7	8.8	8.6	--	--
Densidad Seca Máxima (kg/m ³)	1.43	1.61	1.72	--	--	--	--	--
Humedad Óptima (%)	32.3	22.0	17.7	--	--	--	--	--
CBR Interpolado al 95% de la D.M.S. (%)	13	12	--	--	--	--	--	--
CNC (kPa)	--	--	--	--	109.56r		509.90	122.68r

Tabla 3: Resumen Ensayos de Laboratorio (continuación).

Muestra N°	1000 - 0332	1000 - 0333	1000 - 0334	1000 - 0335	1000 - 0336	1000 - 0337
Calicata o Sondaje	S – 1	S – 1	S – 1	S – 1	S – 1	S – 1
Horizonte	--	--	--	--	--	--
Cota muestreo (m)	12.0	15.0	17.0	22.0	25.0	28.0
Finos bajo malla N°200(%)	98	90	91	53	20	17
Límite Líquido (%)	65	54	46	45	--	--
Límite Plástico (%)	30	23	19	20	--	--
Índice de Plasticidad	35	31	27	25	NP	NP
Clasificación USCS	CH	CH	CL	CL	SM	SM
Humedad (%)	8.2	4.6	17.7	4.2	1.2	0.8

2.4 Modelo Estratigráfico.

De acuerdo a la exploración geotécnica realizada, el subsuelo de la zona de emplazamiento de las obras, se caracteriza por la existencia de un perfil estratigráfico predominante compuesto por las siguientes unidades:

UNIDAD U - 1:

Cubierta vegetal.

Tabla 4: Extensión UNIDAD 1.

Calicata N°	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6
Desde (m)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hasta(m)	0.10	0.20	0.30	0.10	0.10	0.30*

Nota:

Calicata N°6, se observa un estrato de relleno contaminado destacando bolsas de basuras y otros elementos deleznales.

UNIDAD U - 2:

Arcilla Limosa, granulometría estimada 10% arena, 90% finos, color café, olor ninguno, plasticidad media a alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea, origen residual.

Estrato de suelo natural que clasifica como CL según USCS.

Tabla 5: Extensión UNIDAD 2.

Calicata N°	C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6
Desde (m)	0.10	0.90**	0.30	0.70**	0.60**	0.30
Hasta(m)	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00

Notas:

Unidad U – 2, subyace a rellenos no controlados conformados por gravas pobremente graduadas, granulometría estimada 60% grava, 30%arena, 10% finos, tamaño máximo observado 3", color gris, olor ninguno, plasticidad media, gravas de bordes sub redondeados, humedad media, compacidad media, estructura homogénea.

Conforme con la información proporcionada por el sondaje exploratorio ejecutado (*ver Anexos*), es posible verificar que la Unidad U – 2 antes descrita se extiende hasta los 25.00m de profundidad.

A continuación se puede observar de manera gráfica la conformación estratigráfica de cada una de las calicatas ejecutadas sobre el terreno en estudio:

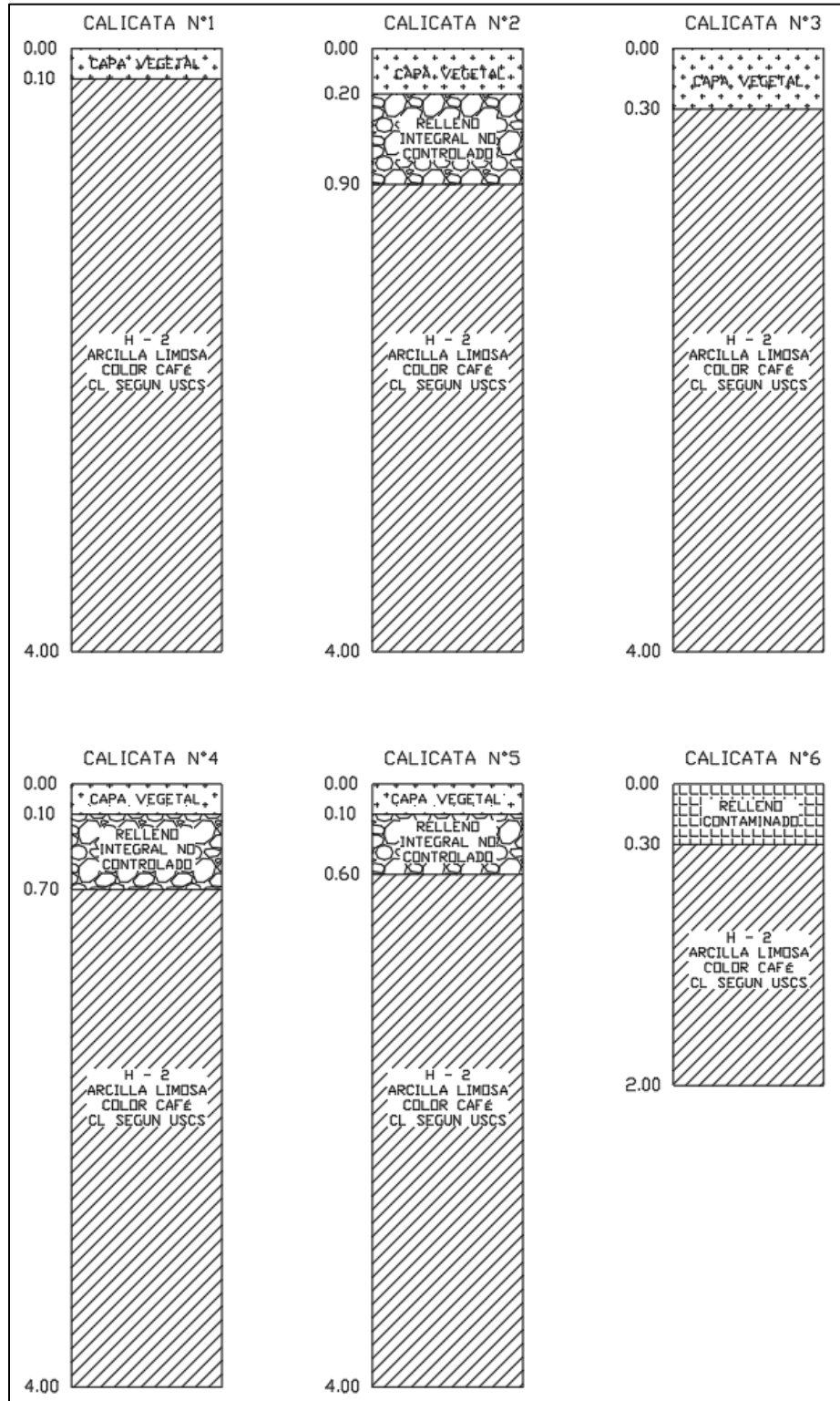


Figura 6: Perfiles Estratigráfico Calicatas.

2.5 Situación Napa Freática.

Respecto a la napa freática, se puede informar que esta **fue detectada** dentro de las profundidades abordadas por la exploración conforme se detalla a continuación:

Tabla 6: Nivel de napa freática.

Calicata	Nivel Napa (m)	Fecha Exploración
C - 1	No Detectada	21/01/2020
C - 2	No Detectada	21/01/2020
C - 3	No Detectada	21/01/2020
C - 4	3.50m	21/01/2020
C - 5	3.40m	21/01/2020
C - 6	No Detectada	21/01/2020
S - 1	12.00m	21/01/2020 24/01/2020

Nota:

Se desconoce su variación estacional y en el tiempo, antecedente que escapa a la especialidad.

3 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DE DISEÑO.

En base a revisión de antecedentes expuestos anteriormente, además de experiencia de consultor, se puede indicar que las propiedades que definen el estrato de sello de fundación de proyecto corresponden a los siguientes.

3.1 Propiedades Geotécnicas de diseño.

Tabla 7: Parámetros resistencia esfuerzos estáticos.

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA			UNIDAD 2
DESCRIPCIÓN	NOMENCLATURA	UNIDAD DE MEDIDA	Arcilla Limosa
CLASIFICACIÓN USCS	---	---	CL
PESO UNITARIO SECO	γ_d	T/m ³	1.20
PESO UNITARIO HUMEDO	γ	T/m ³	1.50
COHESIÓN	C'	T/m ²	1.00
ÁNGULO DE FRICCIÓN	ϕ	°	22
COEFICIENTE DE POISSON	u	---	0.35
MÓDULO DE ELASTICIDAD	E_{50}	T/m ²	600*

(*) Valor determinado a partir de resultados geofísicos.

3.2 Nivel de sello de fundación.

Dadas las características de los estratos detectados, donde se comprobó la existencia de suelo fino en todo el terreno de proyecto, estrato correspondiente a arcillas limosas de color café y consistencia media hasta una profundidad mínima de 4.00m, considerando además el tipo de estructura a fundar, donde se contempla la construcción de un edificio público de uno o dos pisos de altura, es que se recomienda el uso de fundaciones tradicionales tipo cimientos corridos y/o aislados unidos mediante vigas de amarres, sobre un mejoramiento granular en base a material granular tipo relleno estructural compactado por capas de un espesor mínimo de 0.30m y base $B = B + 0.40m$.

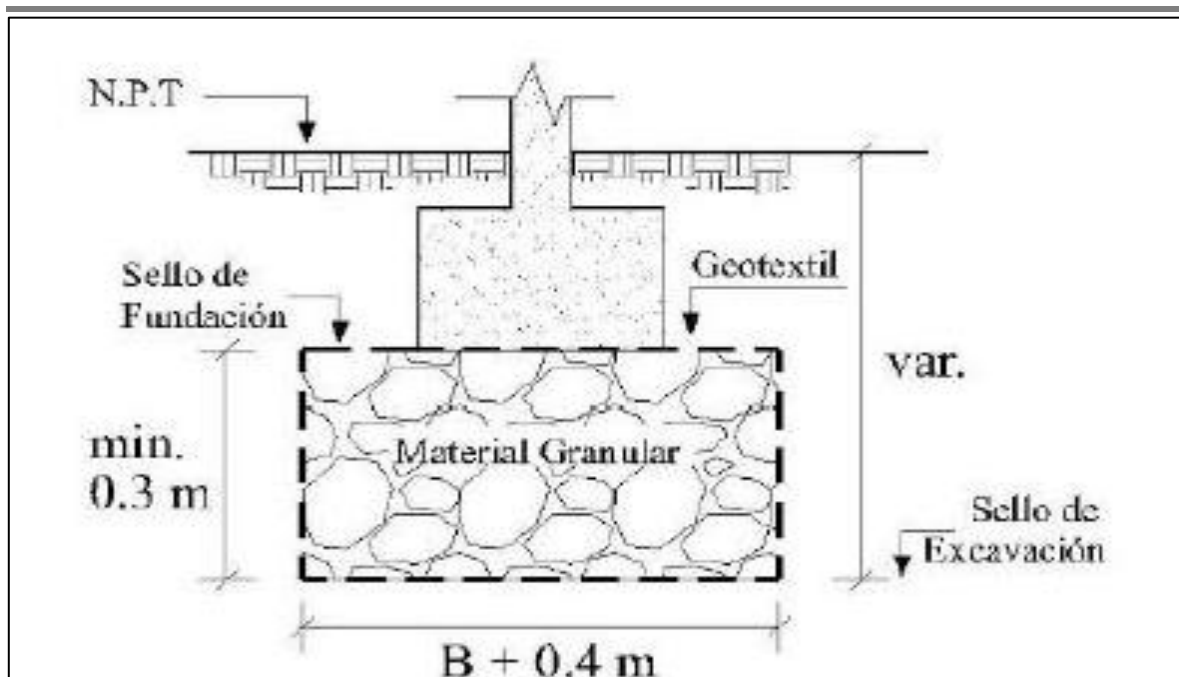


Figura 7: Esquema de fundación recomendado.

El nivel de sello de fundación se deberá encontrar a una profundidad mínima de 1.20m bajo el nivel de terreno natural actual, penetrando 20cm el estrato de Arcilla Limosa de color café (CL según USCS) identificado como U – 2 en 2.4.

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.

3.3 Recomendaciones para radieres.

En este caso dado que en toda la superficie del terreno se detectó suelo fino, el cual puede presentar efectos de hinchamiento, frente a cambios de humedad, lo cual se da generalmente en estratos superficiales donde se apoyan los radieres, se recomienda la adición de un relleno estructural bajo radieres compactado por capas de un espesor mínimo 20cm, en base a material granular, TM. 3", porcentaje de finos menor a 10% e IP<6.

Por tratarse de radieres convencionales en los cuales las solicitaciones son las que típicamente recibe un piso por tránsito de personas o mobiliario clínico, se recomiendan espesores de hormigón no inferiores a 10cm y con rellenos granulares compactados alrededor de 20cm para asegurar un comportamiento estructural adecuado, esto apoyado sobre terreno natural o rellenos compactados mecánicamente libre de suelo orgánico.

Ahora, ante eventuales cargas por tránsito vehicular, se recomiendan espesores de hormigón no inferiores a 15cm y de calidad mínima G25 con rellenos granulares compactados alrededor de 40cm para asegurar un comportamiento estructural adecuado.

3.4 Cálculo capacidad de carga.

En este caso dado que el suelo detectado corresponde a arcillas limosas de consistencia media, se ejecutara el análisis de capacidad de carga de suelo por falla no drenada a corto plazo, análisis que se basa en los siguientes criterios fundamentales:

- La cuña central está definida con un ángulo $\alpha = \phi$.
- Se desprecia la resistencia del suelo sobre el sello de fundación.
- El suelo de fundación se representa por el par $c-\phi$ y por su peso unitario, γ , en un medio isótropo.
- La falla esta basa en el criterio de Mohr – Coulomb $\zeta = c + \sigma_f \tan \phi$.
- El suelo tiene un comportamiento tensión -deformación del tipo rígido plástico.

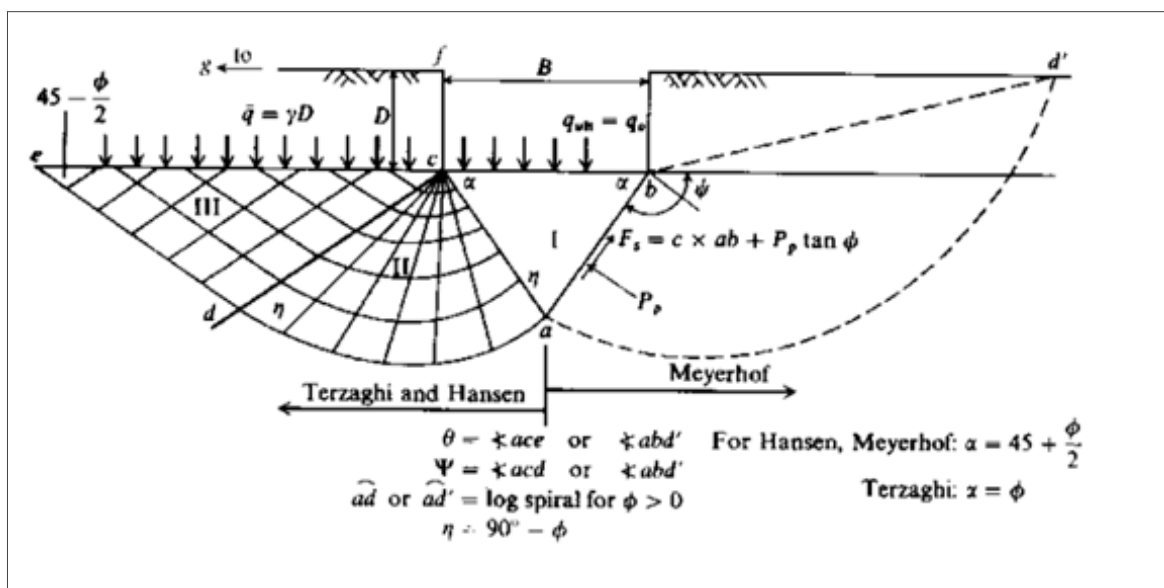


Figura 8: Modelo Teórico capacidad de carga.

Por lo tanto en base al criterio de falla Mohr Coulomb, se establece la siguiente formulación, para obtención de capacidad de carga ultima.

Fundaciones Corridas:

$$q_{adm} = (cN_c + \gamma D_f N_q + 0.5B\gamma' N_\gamma) \frac{1}{FS}$$

Fundaciones Aisladas:

$$q_{adm} = (cN_c S_c + \gamma D_f N_q + 0.5B\gamma N_\gamma S_\gamma) \frac{1}{FS}$$

Donde:

- c = cohesión (T/m²)
- γ = peso unitario del suelo (T/m³)
- B = ancho de la fundación (m)
- D_f = empotramiento de la zapata (m)
- FS = factor de seguridad (3 en este caso)
- N_c, N_q, N_γ = factores de capacidad de carga
- S_c y S_γ = factores de forma

Sobre la base de los antecedentes expuestos anteriormente y la experiencia del consultor en este tipo de suelos, es posible recomendar la siguiente capacidad de soporte admisible en términos de estado último de la UNIDAD 2:

- $q_{adm} = 0,60 \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ Fundaciones sin mejoramiento
- $q_{adm} = 1,00 \left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ Fundaciones con mejoramiento

Para solicitaciones sísmicas se recomienda:

- $q_{adm_{sism}} = 1,33 * q_{adm_{est}}$

No es suficiente que la presión de contacto sea menor a la capacidad de soporte admisible en términos de estado último, también se deberá verificar que los asentamientos esperados sean menores a los asentamientos admisibles.

3.5 Asentamientos esperados.

Se calcularán los niveles de asentamientos para el caso más desfavorable es decir asentamientos por consolidación para fundaciones apoyadas en Unidad 2.

El cálculo de asentamientos por consolidación se basará en la siguiente expresión:

$$\rho_{consolidacion} = \frac{C_c * H_c}{1 + e} \log \frac{\sigma' + \Delta\sigma'}{\sigma'}$$

Dónde:

- q_0 = Presión de contacto o admisible.
- C_c = Coeficiente de compresibilidad (0.18)
- B = Ancho de la fundación (0.80m)
- σ' = Tensión efectiva
- e = Razón de vacíos (0,70)
- H_c = Espesor Estrato consolidable (3.00m)
- $\Delta\sigma'$ = Tensión efectiva modificada por factor de influencia.

$I(m, n)$ (Método Newmark) es el factor de influencia que depende de los valores $m = \left(\frac{B}{2}\right) / z$ y $n = \left(\frac{L}{2}\right) / z$ y se calcula de la siguiente forma:

Si $m^2 + n^2 + 1 > m^2 n^2$:

$$I(m, n) = \frac{1}{4 * \pi} * \left[\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + m^2 n^2 + 1} \frac{m^2 + n^2 + 2}{m^2 + n^2 + 1} + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + 1 - m^2 n^2} \right) \right]$$

Si $m^2 + n^2 + 1 < m^2 n^2$

$$I(m, n) = \frac{1}{4 * \pi} * \left[\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + m^2 n^2 + 1} \frac{m^2 + n^2 + 2}{m^2 + n^2 + 1} + \tan^{-1} \left(\frac{2mn\sqrt{m^2 + n^2 + 1}}{m^2 + n^2 + 1 - m^2 n^2} \right) + \pi \right]$$

Para el caso de Unidad 2 de arcilla limosa de consistencia media, se determinan los siguientes asentamientos:

Tabla 8: Resumen resultados calculo asentamientos en UNIDAD 2.

Carga de Trabajo (Kg/cm ²)	Base de Fundación (m)	Asentamientos Sin mejoramiento s(cm)	Asentamientos con Mejoramiento s(cm)
0,6	0,50	0,880	0,720
0,6	0,70	1,030	0,830
0,6	0,80	1,250	0,980
0,6	1,00	1,680	1,050
1,0	0,50	1,230	1,040
1,0	0,70	1,380	1,150
1,0	0,80	1,600	1,300
1,0	1,00	2,030	1,370

Se puede concluir que en la situación más desfavorable es decir con una carga de trabajo de $q = 1.00 \text{ Kg/cm}^2$ y una base de fundación de $B = 1.00\text{m}$, se obtienen valores cercanos a $s(\text{cm})$ de 2.00cm , por lo cual se hace necesaria la utilización del mejoramiento de suelos recomendado.

3.6 Asentamientos máximo admisible.

Para estructuras de este tipo sobre fundaciones rígidas convencionales (zapatas aisladas y/o corridas), el asentamiento máximo total admisible en cada fundación se restringe en un máximo de $1/250$ de la distancia entre los puntos considerados, esto para cargas permanentes.

De esta forma se garantiza una distorsión angular en el plano vertical inferior a $1/500$, asumiendo como asentamiento diferencial máximo $\frac{1}{2}$ del asentamiento máximo total.

3.7 Constante de Balasto.

Para el cálculo de la constante de balasto a utilizar para las opciones y nivel de fundación indicada anteriormente (UNIDAD 2), se requiere considerar la siguiente constante de Balasto para una placa cuadrada de 0.30×0.30 (m):

Tabla 9: Constante de balasto para UNIDAD 2 de fundación.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	Arcilla Limosa
CLASIFICACIÓN USCS	---	CL
CONSTANTE DE BALASTO ESTÁTICA	(kg/cm ³)	3.00

Para el caso de fundaciones de ancho B y longitud L, la constante de balasto para estas fundaciones se podrán calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$K = K_{s1} \left(\frac{0.3 + B}{2B} \right)^2 \left(0.67 + 0.33 \frac{B}{L} \right)$$

Donde:

- B = Ancho de la fundación (m).
- L = Largo de la fundación (m).
- K = Constante de balasto para fundación B x L
- Ks1= Constante de balasto para una placa de 0.30×0.30 (m²)

Para solicitaciones sísmicas multiplicar por 2 el valor dado anteriormente.

3.8 Giros de fundaciones rígidas.

Para el cálculo de giro de fundación rígida (zapatas corridas y zapatas aisladas), se utilizara el concepto de constantes de balasto, utilizando la siguiente expresión.

$$\theta = \frac{M}{k_g I}, \text{radianes}$$

Donde:

θ = Giro de la fundación en radianes

M = Momento Volcante a nivel de terreno.

k_g =Constante de balasto al giro igual a 2 veces las constantes de balasto al descenso vertical.

I =Momento de inercia del sello del área del sello de fundación según el eje que pasa por el centro de gravedad de dicha área y en la dirección del momento considerado según la convención vectorial.

3.9 Parámetros para diseño de pavimentos.

Tanto para el diseño de pavimentos en la zona de acceso del proyecto, se han solicitado al laboratorio los ensayos que permitan determinar la densidad seca máxima y la capacidad de soporte CBR. Los resultados obtenidos se detallan a continuación:

Tabla 10: Parámetros del suelo para diseño estructural de pavimentos.

Calicata N°	Unidad	Cota (m)	Clasificación USCS	Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	CBR para 0.20" interpolado al 95% D.M.S.
C – 1	U – 2	0.60	CL	1.43	13
C – 6	U – 2	0.70	CL	1.61	12

Con lo anterior, se establece para efectos de diseño de pavimentos en la zona de acceso un Coeficiente de Balasto, $K = 3.00 \text{ Kg/cm}^3$ considerando que la plataforma o sub rasante sea densificada hasta alcanzar un grado mínimo de compactación equivalente a 95% de valor DMCS.

Ante la utilización de rellenos y bases granulares con el fin de mejorar las propiedades soportantes del terreno, segundo escenario, se sugiere utilización de la relación de “Constante de Balasto Combinado K_c ” entregada a continuación:

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

Donde:

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

K_1 : 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 sobre ancho mínimo 40 cm por cada lado libre de calzada.

3.10 Excavaciones Verticales.

Dado que el suelo que conforma el terreno de proyecto presenta una muy baja a nula cohesión, nos guiaremos en base a los criterios establecidos en NCh.349 Of .1999 la cual señala “En excavaciones superiores a 1.20m de profundidad, solo se pueden efectuar taludes verticales si es que el terreno no es cohesivo y se haya calculado la altura crítica de excavación H_c . Esta corresponde a la máxima altura que se puede excavar en forma vertical sin entibación, por lo tanto se define como $H_{\text{máx.}}$ de excavación vertical, sin protección de entibación 1.20m.

Por tanto, para excavaciones temporales, ya sea para fundaciones como para alcantarillado y agua potable, se podrá considerar, sin problemas en forma vertical hasta 1.20m de profundidad, para excavaciones más profundas se deberán considerar taludes que en este caso se recomiendan en 1:3/H:V.

3.11 Clasificación sísmica del suelo.

Dadas las características del proyecto, donde se contempla la construcción de un edificio público de uno o dos pisos de altura y sobre la base de la información recopilada a través del Informe Geofísico incluido en Anexo II, en el cual se registran velocidades de propagación de ondas de corte promedio en los 30m superiores del terreno, Vs30, superiores a 180m/s con una curva de velocidad monótonamente creciente con la profundidad, sumado a los antecedentes recopilados en sondaje exploratorio, se podrá clasificar sísmicamente el suelo “TIPO E” en “ZONA SÍSMICA 2” bajo los criterios expuestos en normativa sísmica vigente.

Tabla 11: Clasificación sísmica del Terreno de Fundación

Suelo Tipo		Vs30(m/s)	RQD	Qu (Mpa)	(N1) (golpes/pie)	Su (Mpa)
A	Roca, suelo cementado	≥900	≥50%	≥10($\epsilon \leq 2\%$)		-
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o firme	≥500	-	≥0,40($\epsilon \leq 2\%$)	≥50	-
C	Suelo Denso o Firme	≥350	-	≥0,30($\epsilon \leq 2\%$)	≥40	-
D	Suelo medianamente denso o firme	≥180	-	-	≥30	≥0,05
E	Suelo de compacidad o consistencia media	<180	-	-	≥20	<0,05
F	Suelos Especiales	*	*	*	*	*

3.12 Empujes de Suelo.

Para el diseño de muros de subterráneos, 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 napa 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.

3.12.1 Definición de parámetros del suelo para cálculos:

La siguiente tabla presenta los parámetros del suelo necesarios para el diseño de muros y sistemas de sostenimiento:

Tabla 12: Parámetros para el diseño de sistemas de contención.

PARÁMETRO	UNIDAD 2
Descripción	Arcilla Limosa
Clasificación USCS	CL
Extensión (m)	0.90 – 4.00
Peso Específico Húmedo (t/m^3)	1.50
Cohesión (t/m^2)	1.00
Ángulo de Fricción ($^{\circ}$)	22
Empuje Activo K_a	0.45
Empuje Sísmico K_s	0.120
Empuje Pasivo K_p	2.198
Empuje Estático K_o	0.63

3.12.2 Muros no arriostrados en extremo superior.

EMPUJE ACTIVO

En este caso se desarrolla el empuje activo, para esto se deberá considerar la siguiente expresión:

$$E_a = \frac{1}{2} * \sigma_a(H) * H \quad [\text{Ton/m}]$$

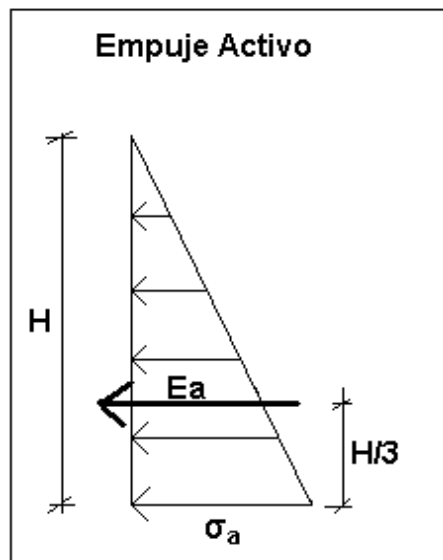
Donde:

$$\sigma_a(H) = \gamma * H * K_a \quad [\text{Ton/m}^2]$$

K_a = Según Tabla 12.

γ = Según Tabla 12. $[\text{Ton/m}^3]$

H = Profundidad en metros hasta donde se mide el empuje E_a .



EMPUJE SÍSMICO

En este caso se desarrolla el empuje sísmico, para esto se deberá considerar la siguiente expresión:

$$E_s = \frac{1}{2} * \sigma_s(H) * H \quad [\text{Ton/m}]$$

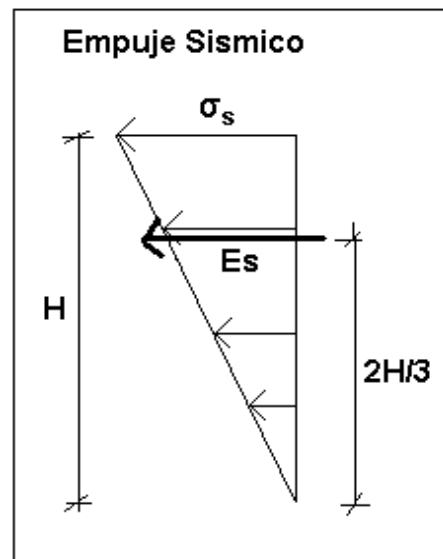
Donde:

$$\sigma_s(H) = \gamma * H * K_s \quad [\text{Ton/m}^2]$$

K_s = Según Tabla 12.

γ = Según Tabla 12. $[\text{Ton/m}^3]$

H = Profundidad en metros hasta donde se mide el empuje E_s .



3.12.3 Muros arriostrados en extremo superior (subterráneos).

EMPUJE ESTÁTICO

En este caso se desarrolla el empuje en reposo, para esto se deberá considerar la siguiente expresión:

$$E_o = \frac{1}{2} * \sigma_o(H) * H \quad [\text{Ton/m}]$$

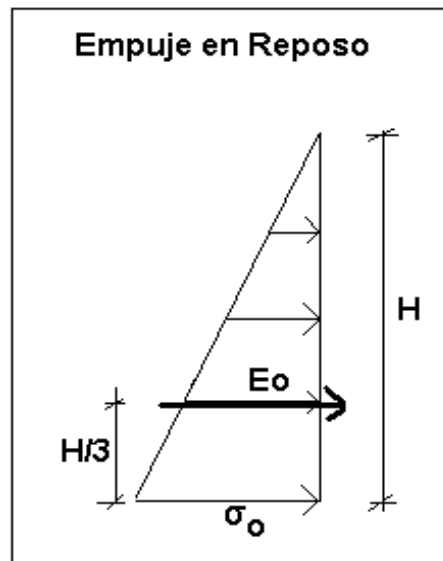
Donde:

$$\sigma_o(H) = \gamma * H * K_o \quad [\text{Ton/m}^2]$$

K_o = Según Tabla 12.

γ = Según Tabla 12. $[\text{Ton/m}^3]$

H = Profundidad en metros hasta donde se mide el empuje E_o .



EMPUJE SÍSMICO

De acuerdo a la Norma NCh. 433 Of.96 Mod. 2009, la componente sísmica del empuje de suelos para muros subterráneos arriostrados, se deberá evaluar con la siguiente expresión:

$$\sigma_s = 0.3 Cr * \gamma * H * A_o / g \quad [\text{Ton/m}^2]$$

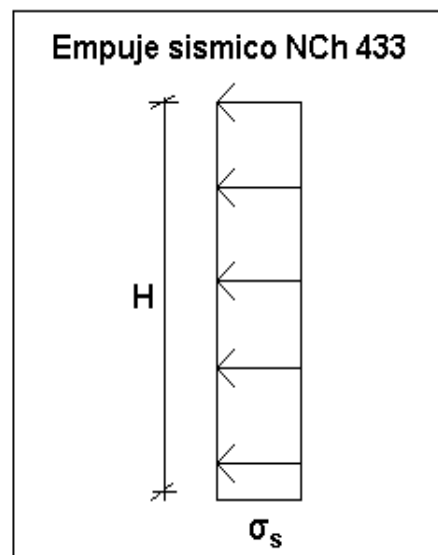
Donde:

Cr = 0.45

γ = Según Tabla 12. $[\text{Ton/m}^3]$

A_o = 0.30g (Zona sísmica 2)

H = Profundidad en metros hasta donde se mide el empuje E_o .



3.13 Tasa de infiltración.

Con la finalidad de evaluar la tasa de infiltración del subsuelo, se ha considerado la ejecución de un ensayo de infiltración mediante el método de Porchet. Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Tabla 13: Resultados tasa de infiltración.

Calicata	UNIDAD	Clasificación USCS	Cota (m)	Infiltración (mm/hr)
C - 3	U - 2	CL	3.00	1

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 que se considere en el proyecto respectivo.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

4.1 Especificaciones técnicas para fundaciones y radieres.

La construcción de las fundaciones se atenderá a las recomendaciones indicadas en los siguientes párrafos.

- i. 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 20cm 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.
- ii. 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.
- iii. Al efectuar las excavaciones se deberá enviar el material extraído directamente a botadero autorizado ya que este no es adecuado para su utilización en rellenos salvo sectores de rellenos no estructurales.
- iv. 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.
- v. Antes de proceder a fundar, se deberá perfilar el sello de excavación en forma manual. Se deberá considerar compactación mecánica del sello hasta alcanzar un 95% de la D.M.C.S a fin de lograr una superficie plana y homogénea. El sello deberá corresponder a suelo completamente inalterado y sin presencia de napa.
- vi. En caso que exista material removido se deberán rellenar las sobre excavaciones con hormigón pobre similar al utilizado en emplantillados, en ningún caso con material proveniente de la excavación.

- vii. En caso de lluvias previo a la colocación del emplantillado o rellenos bajo fundaciones, 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.
- viii. 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.

4.2 Especificaciones técnicas para rellenos estructurales.

- ix. En caso que aplique, como material para rellenos estructurales bajo fundaciones y radiers se podrá utilizar material granular tipo relleno estructural cuya curva granulométrica deberá estar dentro del siguiente rango.

Tabla 14: Curva granulométrica para material granular tipo relleno estructural.

TAMIZ O CRIBA	% PESO QUE PASA
3"	100
#4	35 – 100
#200	0 – 20

Cumplirán, además, con los siguientes requisitos:

- a. Límite líquido menor que 25% bajo malla N°40 según Método NCh. 1517/1 Of. 1979.
- b. Índice de plasticidad entre 0 y 6 según Método NCh1517/2 Of. 1979.
- c. Gravedad específica mayor que 2.6.
- d. Compactación hasta alcanzar el 75% de la D.R (ASTM D 4253 y ASTM D 4254).
- x. Este material deberá estar libre de materia orgánica, terrones de arcilla y productos de desecho.

-
- xi. El material a utilizar en rellenos laterales deberá ser esparcido en capas horizontales de espesor uniforme y se deberá humedecer hasta la humedad óptima del ensayo Proctor Modificado $\pm 2\%$, para luego compactarse hasta alcanzar un grado de compactación no inferior al 90 % del ensayo Proctor Modificado o un 70% de la D.R según corresponda.
 - xii. 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 20cm suelto.
 - xiii. El avance deberá ser uniforme, de modo tal que no se produzcan desniveles superiores a 0.50m entre sectores contiguos.
 - xiv. Se recomienda el uso de placa vibratoria para la compactación del sello de fundación o rodillo donde el espacio lo permita.
 - xv. Cada capa no podrá ser cubierta antes que la ITO de por aceptada la densidad, la que debe ser controlada por un laboratorio acreditado en mecánica de suelos.
 - xvi. Los controles de compactación de rellenos estructurales se deberán efectuar al menos cada 50m² por capa, una vez comprobada que el procedimiento y el operador producen resultados correctos, se podrá extender a 100m² por capa y finalmente a 150m². Para otros rellenos podrá distanciarse el número de controles. Se deberá contar con un laboratorio acreditado en mecánica de suelos, que cuente con la aprobación previa de la ITO. El uso de densímetro nuclear, se aceptará siempre y cuando se realicen las correcciones para trabajo en zanja; método Cono de Arena no tiene restricción.

4.3 Especificaciones para excavaciones.

- xvii. Los bordes exteriores de las excavaciones deberán delimitarse mediante barandas en estructuras de estacas con cinta que alerte del peligro que reviste la condición en que se encuentra el terreno. La distancia a la que se debe ubicar la baranda, del borde de la excavación, no debe ser inferior a 1.5 veces la profundidad de esta misma; dentro de esta zona no se deben acopiar materiales ni tampoco efectuar faenas que involucren equipos vibratorios.
- xviii. Excavaciones verticales sin sistemas de entibación, podrán realizarse sólo hasta 1.20m de profundidad. En caso de excavaciones más profundas, las excavaciones hasta el sello de excavación y/o fundación deberá realizarse manteniendo un talud en relación 1H/3V, manteniendo completamente libre de agua el fondo de la excavación.
- xix. Para el caso en que se presenten restricciones espaciales en la ejecución de taludes estables, o en caso de requerir fundar contra terreno en profundidades mayores a 1.20m, las estructuras de sostenimiento deben cumplir con los requisitos indicados a continuación:
 - a. Las entibaciones se deben instalar inmediatamente luego de excavado el tramo correspondiente de la zanja.
 - b. Para el caso de excavaciones mixtas, sólo se debe generar sostenimiento en los taludes verticales, de este modo la entibación se extenderá sólo 30cm sobre la arista de la pendiente.

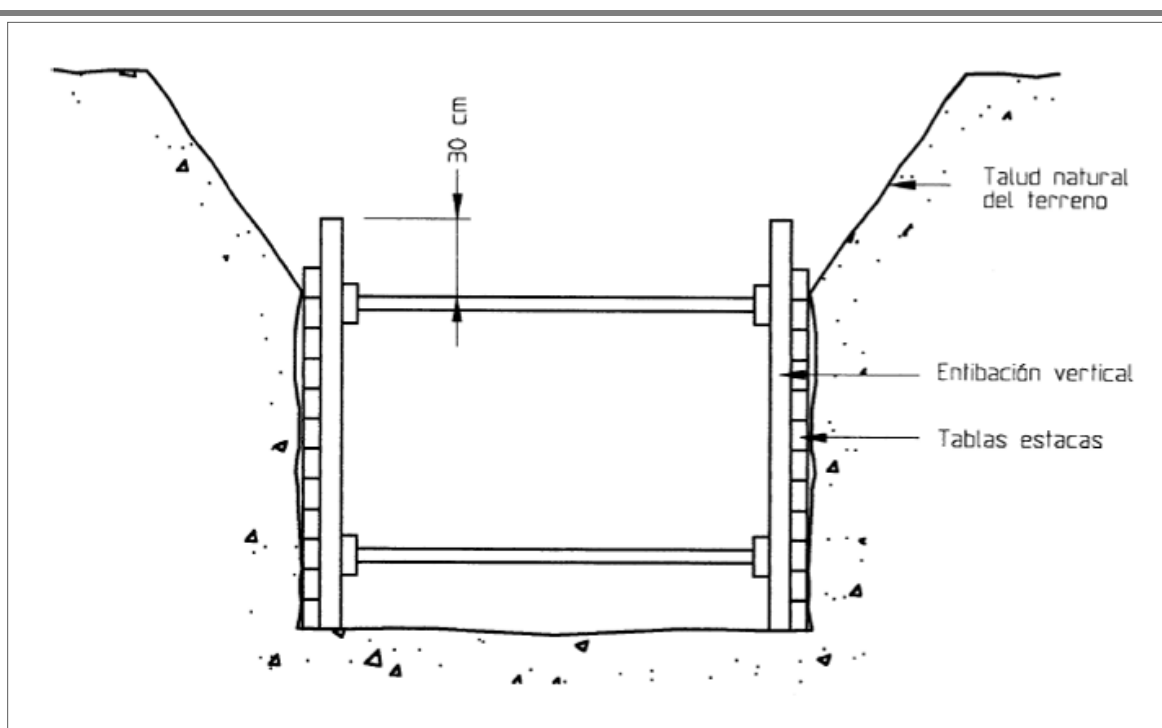


Figura 9: Disposición de entibación para excavaciones

- xx. Las dimensiones mínimas de los elementos que conforman la entibación, deben estar acorde a las presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 15: Dimensiones mínimas en entibación de zanjas de profundidad entre 1,5m y 3,0m.

DIMENSIONES MÍNIMAS ENTIBACIONES						
Unidad	Elementos Verticales		Larguero Horizontal		Codales	
	Sección (cm)	Espaciamiento (m)	Sección (cm)	Espaciamiento (m)	Sección (cm)	Espaciamiento (m)
U – 2	5 x 15	Tablestacado	10 x 10	1,0	10 x 15	1,0

- xxi. En caso de requerirse proyecto de este debe ser suscrito por profesional ingenieros civil o mecánico de suelos.


5 ESPECIFICACIONES GENERALES

Los sellos de las excavaciones para las fundaciones deberán ser recibidos por personal de esta oficina.


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.

Los rellenos estructurales deberán ser controlados por un laboratorio acreditado en mecánica de suelos.

Las consultas sobre lo desarrollado en este informe deberán hacerse directamente con esta oficina.



Matías Péllet A.
Ingeniero Civil Obras Civiles.
Sub Gerente de Operaciones
Laboratorio GH SpA.



Carlos Morales Ñanco.
Ingeniero Civil Obras Civiles
Asesor Geotécnico.



ARQUITECTONICA LTDA.
ARQUITECTOS-CONSULTORES
REGISTRO M.O.P. PRIMERA CATEGORIA

ANEXO I: INFORME ENSAYOS LABORATORIO.

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción, según Resolución Exenta N° 2724 del 09 de Mayo de 2018

Informe de Ensayo N°	: 283		
Correlativo de Obra N°	: 1		
Proyecto u Obra	: Cesfam Villa Alegre.		
Dirección de la Obra	: Av.Argentina N°875 - Temuco.		
Mandante	: Laboratorio GH SpA.		
Solicitado por	: Matias Pellet.		
Dirección Mandante	: Av. Blanco Encalada N° 1939, Santiago.		
Personal a cargo muestreo	: Francisco Ñancupil.		
Lugar de realización de los ensayos	: Laboratorio GH Lab. Av.Blanco Encalada N°1939 - Santiago.		
Fecha de Muestreo	: 21-01-2020	Fecha de Término de Trabajo	: 11-03-2020
Fecha de Recepción	: 22-01-2020	Fecha de Emisión de Informe	: 13-03-2020
Fecha de Inicio de Trabajos	: 04-02-2020		

1.- Documentación utilizada

Ensayos ejecutados

- PR09, Procedimiento de Muestreo. (*)
- Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2 (*)
- Granulometría (Según M.C. (2003))
- Límites De Consistencia, Parte 1: Determinación Del Límite Líquido, (Según Nch 1517 /1 Of.1979)
- Límites De Consistencia, Parte 2: Determinación Del Límite Plástico, (Según Nch 1517 /2 Of.1979)
- Densidad De Partículas Solidas, (Según Nch 1532.Of1980)
- Determinación De La Humedad, (Según Nch 1515.Of1979)
- Standard Practice For Classification Of Soils For Engineering Purposes (Unified Soil Classification System), (Según Astm D 2487 - 11)(*)
- Relaciones Humedad/Densidad - Parte 2: Métodos De Compactación Con Pisón De 4,5 Kg Y 460 Mm De Caída Ensayo Proctor Modificado, (Según Nch 1534/2.Of1979)
- Determinación De La Razón De Soporte De Suelos Compactados En Laboratorio C.B.R., (Según Nch 1852 Of.1981.)
- Infiltración Metodo Porchet, Según Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos, Punto 3.2.2.b.
- Corte Directo ASTM D3080 / D3080M-11
- Consolidación ASTM D2435 / D2435-11

2.- Identificación de las muestras recepcionadas y ensayadas

N° de Identificación	Identificación	Tipo de Muestra	Recibida	Ensayada
1000-0437	Calicata N°1 H-2 Cota (m) 0.60	P	X	X
1000-0438	Calicata N°6P H-2 Cota (m) 0.70	P	X	X
1000-0439	Calicata N°4 H-2 Cota (m) 0.50	P	X	X
1000-0440	Calicata N°6P H-2 Cota (m) 0.50	NP	X	X
1000-0441	Calicata N°1 H-2 Cota (m) 0.60	NP	X	X
1000-0442	Calicata N°4 H-3 Cota (m) 0.80	NP	X	X
1000-0329	Sondaje Cota (m) 4,00	CD	X	X
1000-0330	Sondaje Cota (m) 6,00-8,00	CD	X	X
1000-0331	Sondaje Cota (m) 10,00	CD	X	X
1000-0332	Sondaje Cota (m) 12,00	CD	X	X
1000-0333	Sondaje Cota (m) 15,00	CD	X	X
1000-0334	Sondaje Cota (m) 17,00	CD	X	X
1000-0335	Sondaje Cota (m) 22,0	CD	X	X
1000-0336	Sondaje Cota (m) 25,0	CD	X	X
1000-0337	Sondaje Cota (m) 28,00	CD	X	X

La descripción del tipo de muestra corresponde a:

- | | |
|---|---|
| P : Muestra perturbada | SH : Muestra obtenida por medio de tubo Shelby |
| NP : Muestra no Perturbada | CN : Muestra obtenida por medio de cuchara normal |
| CD : Muestra obtenida por medio de corona diamantada. | ET : Ensayo en Terreno |

3.- Observaciones o comentarios

*Victor Alvarez
Ingeniero Civil
Gerente General*

1.- Este documento contiene los resultados de ensayos realizados con total apego a la normativa vigente. Los mismos, han sido realizados por personal técnico idóneo y capacitado, el cual es considerado competente e imparcial, quienes hacen su mejor esfuerzo para entregar resultados confiables.

2.- Con la entrega de los resultados en ningún caso se releva al solicitante o ejecutor de la obra de la responsabilidad que implica la utilización de los materiales por el entregados.

3.- Los resultados informados, se relacionan unicamente con los ítems sometidos a ensayo.

4.- Laboratorio GH Spa declara que su responsabilidad termina con la entrega de los informes de ensayo solicitados y no asumirá responsabilidades económicas que excedan de los montos facturados por los servicios.

5.- El uso, alcance o valor técnico que se de al presente documento, no podrá ser otro que aquel expresamente establecido en su texto como Laboratorio de ensayo.

6.- GH Lab Spa no emite opiniones ni interpretaciones sobre los materiales ensayados.

7.- El presente documento no puede ser reproducido parcial ni totalmente sin la autorización escrita del laboratorio.

8.- Para dar cumplimiento al D.S. N.º 10 (Vivienda y Urbanismo) promulgado el 15 de Enero de 2002 informamos a Ud. que el laboratorio debe enviar mensualmente al SERVIU de la región que corresponda, copia de todos los informes de ensayo realizados en obras de su Jurisdicción.

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

10.- Laboratorio Oficial de Control Técnico de Calidad de Construcción, según Resolución Exenta N° 2724 del 09 de Mayo de 2018

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

Calicata N° : 1
Ubicación (UTM) : 18H - 707.707 m E / 5.710.974 m S
Napa de agua (m) : N.D
Laboratorista : Francisco Ñancupil
Condición Meteorológica : Despejado
Fecha de inspección : 21-ene

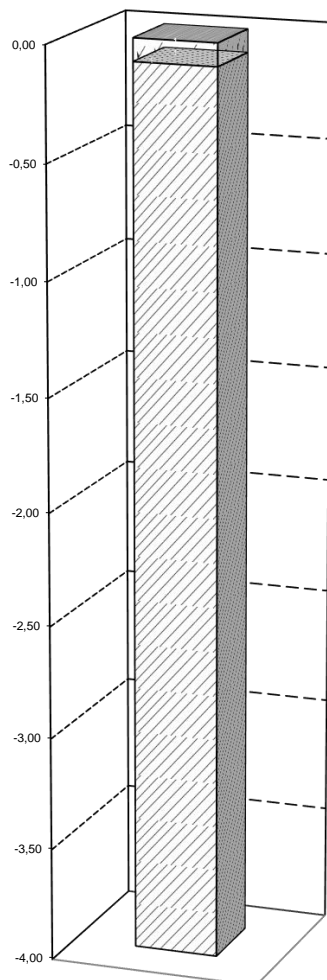
Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Clasificación USCS estimada	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0,00	0,10	--	Cubierta Vegetal.
0,10	3,90	CL	Arcilla limosa, granulometría estimada arena 10%, finos 90%, color café, olor ninguno, plasticidad alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea.
4,00	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

Nota:

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

MONOGRAFIAS DE CALICATA

PROYECTO: Cesfam Villa Alegre.
MANDANTE Laboratorio GH SpA.
CALICATA N° 1
UBICACIÓN UTM 18H - 707.707 m E / 5.710.974 m S



ESTRATIGRAFÍA			
ESTRATO	DE (m)	A (m)	CLASIFICACIÓN
1	0,00	0,10	--
2	0,10	4,00	CL
3	--	--	--
4	--	--	--
5	--	--	--

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

Calicata N° : 2
Ubicación (UTM) : 18H - 707.735 m E / 5.710.958 m S
Napa de agua (m) : N.D
Laboratorista : Francisco Ñancupil
Condición Meteorológica : Despejado
Fecha de inspección : 21-ene

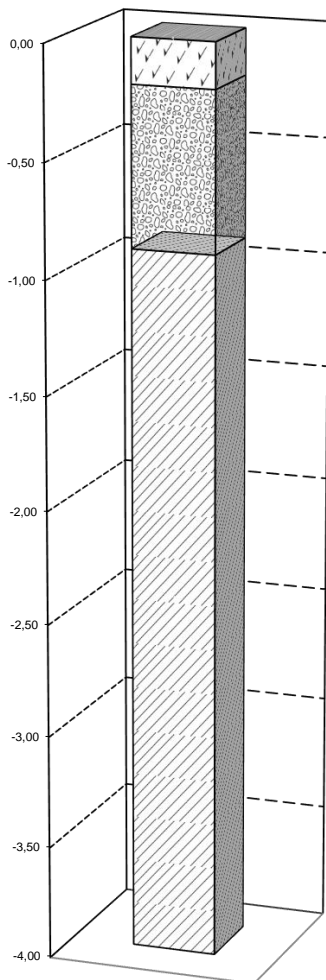
Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Clasificación USCS estimada	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0,00	0,20	--	Cubierta Vegetal.
0,20	0,70	GP	Relleno con matriz de grava, tamaño máximo observado 5", porcentaje de partículas sobre 3" 10%, granulometría estimada grava 50%, arena 30%, finos 10%, color gris, olor ninguno, graduación pobremente graduada, plasticidad baja, gravas de borde redondeados, humedad media, compactación media, estructura homogénea, origen relleno.
0,90	3,10	CL	Arcilla, granulometría estimada arena 10%, finos 90%, color café rojizo, olor ninguno, plasticidad alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea, origen residual.
4,00	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

Nota:

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

MONOGRAFIAS DE CALICATA

PROYECTO: Cesfam Villa Alegre.
MANDANTE Laboratorio GH SpA.
CALICATA N° 2
UBICACIÓN UTM 18H - 707.735 m E / 5.710.958 m S



ESTRATIGRAFÍA			
ESTRATO	DE (m)	A (m)	CLASIFICACIÓN
1	0,00	0,20	--
2	0,20	0,90	GP
3	0,90	4,00	CL
4	--	--	--
5	--	--	--

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

Calicata N° : 3
Ubicación (UTM) : 18H - 707.735 m E / 5.710.987 m S
Napa de agua (m) : N.D
Laboratorista : Francisco Ñancupil
Condición Meteorológica : Despejado
Fecha de inspección : 21-ene

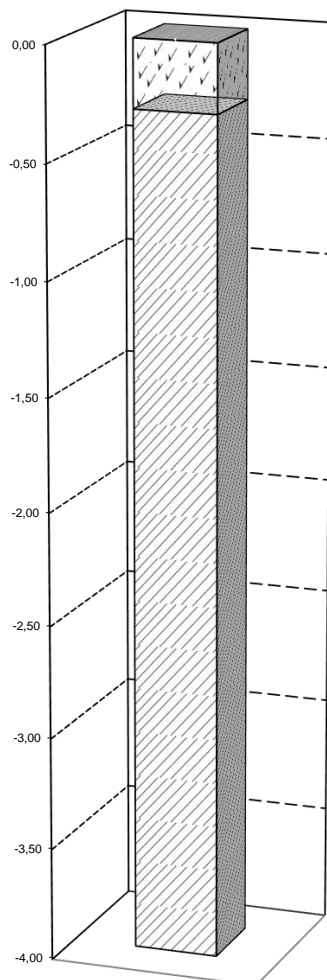
Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Clasificación USCS estimada	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0,00	0,30	--	Cubierta Vegetal.
0,30	3,70	CL	Arcilla, granulometría estimada arena 10%, finos 90%, color café, olor ninguno, plasticidad alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea, origen residual.
4,00	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

Nota:

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

MONOGRAFIAS DE CALICATA

PROYECTO: Cesfam Villa Alegre.
MANDANTE Laboratorio GH SpA.
CALICATA N° 3
UBICACIÓN UTM 18H - 707.735 m E / 5.710.987 m S



ESTRATIGRAFÍA			
ESTRATO	DE (m)	A (m)	CLASIFICACIÓN
1	0,00	0,30	--
2	0,30	4,00	CL
3	--	--	--
4	--	--	--
5	--	--	--

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

Calicata N° : 4
Ubicación (UTM) : 18H - 707.754 m E / 5.710.970 m S
Napa de agua (m) : 3,50
Laboratorista : Francisco Ñancupil
Condición Meteorológica : Despejado
Fecha de inspección : 21-ene

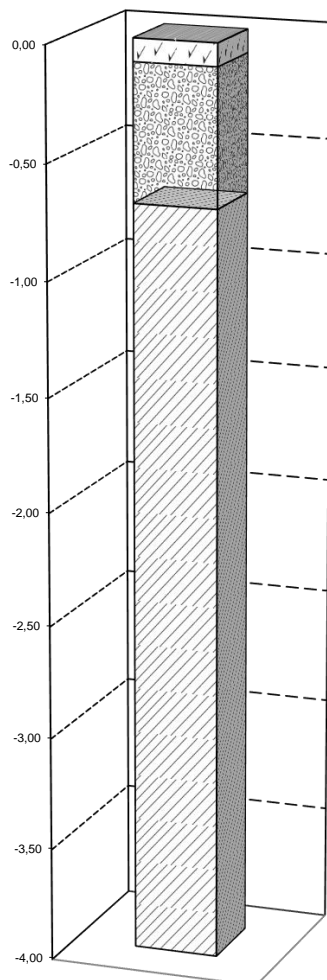
Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Clasificación USCS estimada	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0,00	0,10	--	Cubierta Vegetal.
0,10	0,60	GP	Relleno con matriz de grava, tamaño máximo observado 2", granulometría estimada grava 50%, arena 30%, finos 20%, color gris, olor ninguno, graduación pobremente graduada, plasticidad media, gravas de borde redondeados, humedad media, compacidad media, estructura homogénea, origen relleno.
0,70	3,30	CL	Arcilla limosa, granulometría estimada arena 10%, finos 90%, color café, olor ninguno, plasticidad alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea, origen residual.
4,00	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

Nota:

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

MONOGRAFIAS DE CALICATA

PROYECTO: Cesfam Villa Alegre.
MANDANTE Laboratorio GH SpA.
CALICATA N° 4
UBICACIÓN UTM 18H - 707.754 m E / 5.710.970 m S



ESTRATIGRAFÍA			
ESTRATO	DE (m)	A (m)	CLASIFICACIÓN
1	0,00	0,10	--
2	0,10	0,70	GP
3	0,70	4,00	CL
4	--	--	--
5	--	--	--

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

Calicata N° : 5
Ubicación (UTM) : 18H - 707.752 m E / 5.710.993 m S
Napa de agua (m) : 3,40
Laboratorista : Francisco Ñancupil
Condición Meteorológica : Despejado
Fecha de inspección : 21-ene

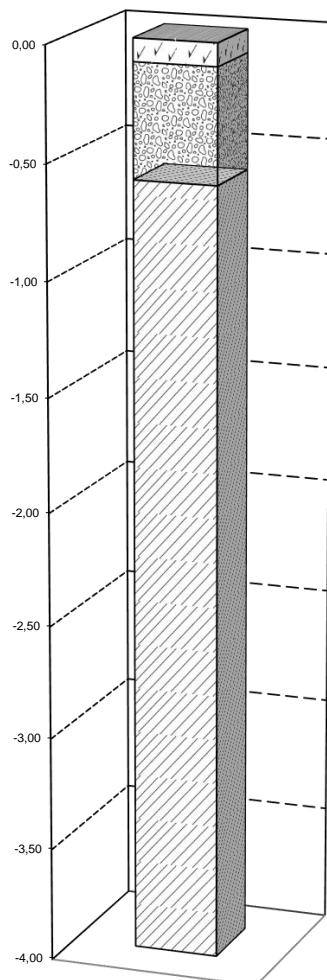
Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Clasificación USCS estimada	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0,00	0,10	--	Cubierta Vegetal.
0,10	0,50	GP	Grava, tamaño máximo observado 3", granulometría estimada grava 60%, arena 30%, finos 10%, color gris, olor ninguno, graduación pobremente graduada, plasticidad media, gravas de borde redondeados, humedad media, compacidad media, estructura homogénea.
0,60	3,40	CL	Arcilla, granulometría estimada arena 10%, finos 90%, color café, olor ninguno, plasticidad alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea.
4,00	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

Nota:

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

MONOGRAFIAS DE CALICATA

PROYECTO: Cesfam Villa Alegre.
MANDANTE Laboratorio GH SpA.
CALICATA N° 5
UBICACIÓN UTM 18H - 707.752 m E / 5.710.993 m S



ESTRATIGRAFÍA			
ESTRATO	DE (m)	A (m)	CLASIFICACIÓN
1	0,00	0,10	--
2	0,10	0,60	GP
3	0,60	4,00	CL
4	--	--	--
5	--	--	--

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Perfil estratigráfico según Manual de Carreteras, volumen 2, art. 2.503.2

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

Calicata N° : 6
Ubicación (UTM) : 18H 707.762 m E / 5.710.994 m S
Napa de agua (m) : N.D
Laboratorista : Francisco Ñancupil
Condición Meteorológica : Despejado
Fecha de inspección : 21-ene

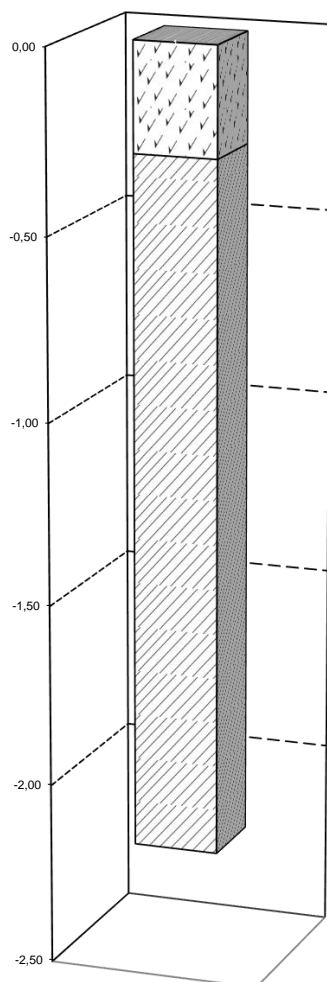
Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Clasificación USCS estimada	DESCRIPCIÓN DEL SUELO
0,00	0,30	--	Relleno contaminado.
0,30	1,90	CL	Arcilla limosa, granulometría estimada arena 10%, finos 90%, color café, olor ninguno, plasticidad alta, humedad media, consistencia media, estructura homogénea, origen residual.
2,20			
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--
--	--	--	--

Nota:

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

MONOGRAFÍAS DE CALICATA

PROYECTO: Cesfam Villa Alegre.
MANDANTE Laboratorio GH SpA.
CALICATA N° 6
UBICACIÓN UTM 18H 707.762 m E / 5.710.994 m S



ESTRATIGRAFÍA			
ESTRATO	DE (m)	A (m)	CLASIFICACIÓN
1	0,00	0,30	--
2	0,30	2,20	CL
3	--	--	--
4	--	--	--
5	--	--	--

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.

A.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Calicata N° y Sondaje N°	1	6	4	1	1	1
Horizonte	2	2	2	--	--	--
Muestra N°	1000-0437	1000-0438	1000-0439	1000-0329	1000-0330	1000-0331
Cota (m)	0,60	0,70	0,50	4,00	6,00 8,00	10,00

B.- GRANULOMETRIA (Según M.C. Volumen 8, 8.102.1 (dic 2003))

Fecha de ensayo	10-feb	10-feb	10-feb	24-feb	24-feb	--
Tamaños nominales de abertura (mm)	(porcentaje acumulado que pasa)					
80	--	--	--	--	--	--
63	--	--	100	--	--	--
50	100	--	96	--	--	--
40	99	--	92	--	--	--
25	99	--	89	--	--	--
20	99	--	77	--	--	--
10	99	100	73	--	--	--
5	98	98	67	100	100	100
2,0	97	98	65	99	100	100
0,50	96	97	61	97	98	99
0,08	92	93	55	95	95	97
Sobretamaño mayor a 80 mm (%)	--	--	7	--	--	--

C.- LÍMITES DE CONSISTENCIA, PARTE 1: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, (Según NCh 1517 /1 OF.1979)

LÍMITES DE CONSISTENCIA, PARTE 2: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO, (Según NCh 1517 /2 OF.1979)

Fecha de ensayo	18-feb	19-feb	18-feb	09-mar	09-mar	06-mar
Tipo de aacanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM
Método de ensayo empleado	Mecanico	Mecanico	Mecanico	Mecanico	Mecanico	Mecanico
Límite Líquido (%)	61	43	41	47	55	53
Límite Plástico (%)	35	22	20	22	31	27
Índice de Plasticidad	26	21	21	25	24	26

D.- STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM), (Según ASTM D 2487 - 11)(*)

Símbolo del Grupo U.S.C.S.	MH	CL	CL	CL	MH	CH
----------------------------	----	----	----	----	----	----

E.- DENSIDAD DE PARTICULAS SOLIDAS, (según NCh 1532.Of1980)

Fecha de ensayo	13-feb	13-feb	14-feb	24-feb	24-feb	24-feb
Densidad de partículas sólidas (g/cm ³)	2,649	2,417	2,657	2,376	2,508	2,529

F.- DETERMINACION DE LA HUMEDAD, (según NCh 1515.Of1979)

Fecha de ensayo	05-feb	05-feb	05-feb	20-feb	20-feb	20-feb
Humedad (%)	26,3	13,8	9,4	54,7	8,8	8,6

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.

A.- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Sondaje N°	1	1	1	1	1	1
Horizonte	--	--	--	--	--	--
Muestra N°	1000-0332	1000-0333	1000-0334	1000-0335	1000-0336	1000-0337
Cota (m)	12,00	15,00	17,00	22,00	25,00	28,00

B.- GRANULOMETRIA (Según M.C. Volumen 8, 8.102.1 (dic 2003))

Fecha de ensayo	24-feb	24-feb	24-feb	24-feb	25-feb	25-feb
Tamaños nominales de abertura (mm)	(porcentaje acumulado que pasa)					
80	--	--	--	--	--	--
63	--	--	--	--	--	--
50	--	--	--	--	--	--
40	--	--	--	100	--	--
25	--	--	--	95	--	--
20	--	--	--	95	--	--
10	--	--	100	88	100	100
5	100	100	98	59	98	96
2,0	100	98	97	59	90	85
0,50	99	92	95	55	51	49
0,08	98	90	91	53	20	17
Sobretamaño mayor a 80 mm (%)	--	--	--	--	--	--

C.- LÍMITES DE CONSISTENCIA, PARTE 1: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, (Según NCh 1517 /1 OF.1979)

LÍMITES DE CONSISTENCIA, PARTE 2: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO, (Según NCh 1517 /2 OF.1979)

Fecha de ensayo	06-mar	09-mar	09-mar	09-mar	09-mar	09-mar
Tipo de acanalador empleado	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM	ASTM
Método de ensayo empleado	Mecanico	Mecanico	Mecanico	Mecanico	Mecanico	Mecanico
Límite Líquido (%)	65	54	46	45	--	--
Límite Plástico (%)	30	23	19	20	--	--
Índice de Plasticidad	35	31	27	25	NP	NP

D.- STANDARD PRACTICE FOR CLASSIFICATION OF SOILS FOR ENGINEERING PURPOSES (UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM), (Según ASTM D 2487 - 11)(*)

Símbolo del Grupo U.S.C.S.	CH	CH	CL	CL	SM	SM
----------------------------	----	----	----	----	----	----

E.- DENSIDAD DE PARTICULAS SOLIDAS, (según NCh 1532.Of1980)

Fecha de ensayo	24-feb	24-feb	24-feb	24-feb	24-feb	24-feb
Densidad de partículas sólidas (g/cm ³)	2,442	2,457	2,444	2,477	2,556	2,522

F.- DETERMINACION DE LA HUMEDAD, (según NCh 1515.Of1979)

Fecha de ensayo	20-feb	20-feb	20-feb	20-feb	20-feb	20-feb
Humedad (%)	8,2	4,6	17,7	4,2	1,2	0,8

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.

A .- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Calicata N°	1	6P
Muestra N°	1000-0437	1000-0438
Horizonte N°	2	2
Cota (m)	0,60	0,70

B .- RELACIONES HUMEDAD/DENSIDAD - PARTE 2: MÉTODOS DE COMPACTACIÓN CON PISÓN DE 4,5 KG Y 460 MM DE CAÍDA.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO, (Según NCh 1534/2.OF1979)

Fecha de ensayo	17-feb	14-feb
Método empleado	A	A
Material retenido en 20 mm (%)	0	0
Descarte / reemplazo	Descarte	Descarte
Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	1,43	1,61
Humedad óptima (%)	32,3	22,0

C .- DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN DE SOPORTE DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO C.B.R., (Según NCh 1852 OF.1981.)

Fecha de ensayo	17-feb				14-feb			
Muestra sumergida	SI				SI			
Densidad seca antes de la inmersión (g/cm ³)	1,420	1,350	1,290		1,600	1,520	1,440	
Densidad seca después de la inmersión (g/cm ³)	1,410	1,350	1,280		1,600	1,510	1,420	
Humedad de la muestra:								
- Antes de la compactación (%)	33,3	33,2	33,2	C.B.R.	23,7	22,1	21,9	C.B.R.
- Después de la compactación (%)	32,1	32,6	32,3	Interpolado	21,2	21,8	20,6	Interpolado
- Capa superior de 25 mm post. inmersión (%)	36,9	38,3	37,9	al 95%	28,4	29,4	26,4	al 95%
- Promedio después de la inmersión (%)	36,7	36,9	36,8	de la	27,8	28,4	25,7	de la
Expansión (%)	0,79	1,11	1,40	D.M.S.	0,62	1,22	1,55	D.M.S.
CBR para 0.10"	13	17	19	10	12	16	18	9
CBR para 0.20"	9	13	14	13	8	12	13	12
CBR para 0.30"	5	7	7	14	4	5	5	13
Sobrecarga utilizada (kg)	4,5				4,5			

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.

A .- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Calicata N°	4	--
Muestra N°	1000-0439	--
Horizonte N°	2	--
Cota (m)	0,50	--
	--	--

B .- RELACIONES HUMEDAD/DENSIDAD - PARTE 2: MÉTODOS DE COMPACTACIÓN CON PISÓN DE 4,5 KG Y 460 MM DE CAÍDA.

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO, (Según NCh 1534/2.OF1979)

Fecha de ensayo	14-feb	--
Método empleado	C	--
Material retenido en 20 mm (%)	23	--
Descarte / reemplazo	Descarte	--
Densidad Seca Máxima (g/cm ³)	1,72	--
Humedad óptima (%)	17,7	--

C .- DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN DE SOPORTE DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO C.B.R., (Según NCh 1852 OF.1981.)

Fecha de ensayo	--				--			
Muestra sumergida	--				--			
Densidad seca antes de la inmersión (g/cm ³)	--	--	--	--	--	--	--	--
Densidad seca después de la inmersión (g/cm ³)	--	--	--	--	--	--	--	--
Humedad de la muestra:								
- Antes de la compactación (%)	--	--	--	C.B.R. Interpolado al 95% de la D.M.S.	--	--	--	C.B.R. Interpolado al 95% de la D.M.S.
- Después de la compactación (%)	--	--	--		--	--	--	
- Capa superior de 25 mm post. inmersión (%)	--	--	--		--	--	--	
- Promedio después de la inmersión (%)	--	--	--		--	--	--	
Expansión (%)	--	--	--	--	--	--	--	--
CBR para 0.10"	--	--	--	--	--	--	--	--
CBR para 0.20"	--	--	--	--	--	--	--	--
CBR para 0.30"	--	--	--	--	--	--	--	--
Sobrecarga utilizada (kg)	--				--			

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Ensayo de infiltración método de Porchet

Según Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos, Punto 3.2.2.b.

Informe de Ensayo N° : 283

Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.

A.- Identificación de la Muestra

Calicata N° : 3
Horizonte : 2
Muestra N° : 1
Cota (m) : 3,0
Fecha de ensayo : 21-ene

B.- Ensayo

Altura de excavación del Calicata (mm) : 300
Radio de excavación del Calicata (mm) : 150
Clasificación USCS del suelo : CL

C.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Nivel (mm.)	Tiempo (seg.)	Tiempo (horas)	2h+R (mm)	Infiltración (mm/hora)
300	0	0,000	750	
296	3801	1,056	742	1
Promedio				1

ENSAYOS DE LABORATORIO

UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL, Según ASTM D2166/D2166M – 13

Informe de Ensayo N° : 283
Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	:	S1
Muestra N°	:	1000-0330
Horizonte N°	:	
Cotas (m)	:	6,00-8,00

2.- Antecedentes de la muestra

<i>Descripción visual de la muestra</i>	: Arcilla
<i>Clasificación según USCS</i>	: CL
<i>Tipo de muestra</i>	: Alterada
<i>Preparación de la muestra</i>	: Remoldeada

3.- Tabla de datos de deformación unitaria y esfuerzo a la compresión

Esfuerzo a la compresión			
Deformación Axial	Esfuerzo de Compresión	Deformación Axial	Esfuerzo de Compresión
Natural (%)	Natural (kPa)	Remoldeado (%)	Remoldeado (kPa)
-	-	0,00	0,00
-	-	0,24	5,11
-	-	0,49	13,77
-	-	0,73	35,09
-	-	0,98	73,57
-	-	1,22	98,69
-	-	1,47	109,56
-	-	1,71	108,78
-	-	1,95	88,42
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Máx. Esfuerzo de Compresión Probeta Natural (Kpa)	--	Máx. Esfuerzo de Compresión Probeta Remoldeada (Kpa)	109-56

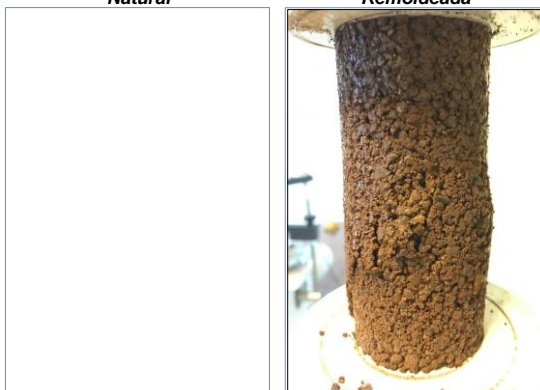
4.- Tabla de resultados del ensayo

Resultados del ensayo	Prueba	
	Natural	Remoldeada
Densidad seca (g/cm ³)	--	1,064
Humedad (posterior a ensayo) (%)	--	32,1
Resistencia de la compresión no confinada (qu) (kPa)	--	109-56
Resistencia al corte (qu / 2) (kPa)	--	54,79
Altura promedio de la muestra (mm)	--	100,0
Diámetro promedio de la muestra (mm)	--	50,0
Relación altura / diámetro	--	2,00
Velocidad de deformación promedio (%/min)	--	1,47
Deformación en la falla (%)	--	1,47
Razón de Vacíos	--	1,44
Sensitividad	--	

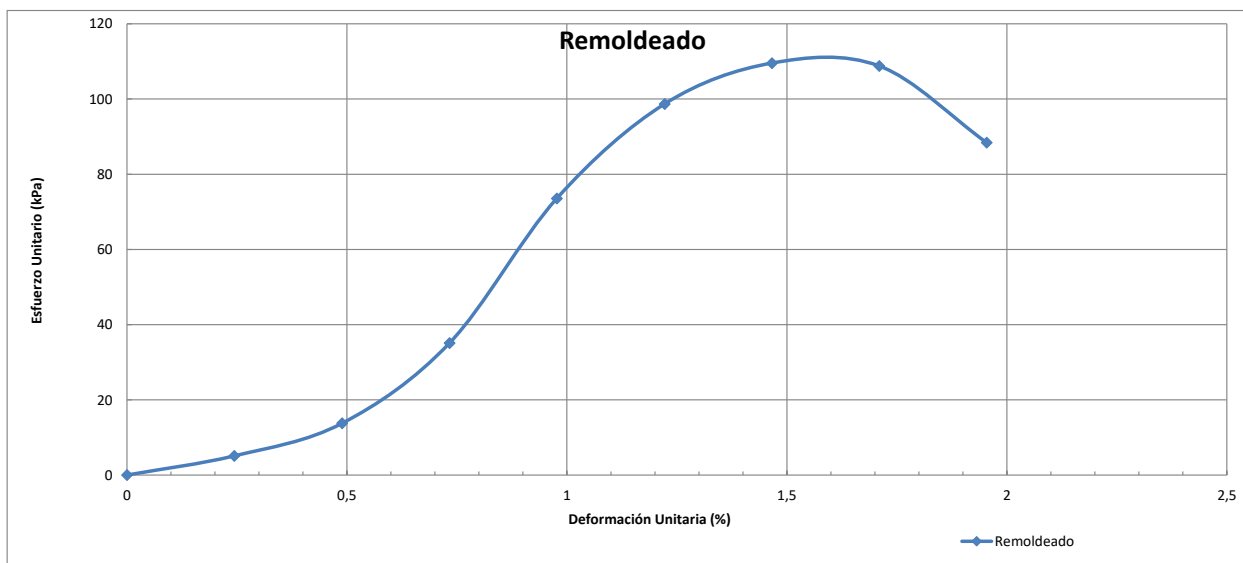
5.- Fotografía de la falla

Natural

Remoldeada



6.- Grafico deformación - Esfuerzo



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

ENSAYOS DE LABORATORIO

UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL, Según ASTM D2166/D2166M - 13

Informe de Ensayo N° : 283
Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	: 1
Muestra N°	: 1000-0441
Horizonte N°	: 2
Cotas (m)	: 0,6

2.- Antecedentes de la muestra

2. Antecedentes de la muestra	
<i>Descripción visual de la muestra</i>	: Arcilla
<i>Clasificación según USCS</i>	: CL
<i>Tipo de muestra</i>	: Inalterada
<i>Preparación de la muestra</i>	: Tallada

3.- Tabla de datos de deformación unitaria y esfuerzo a la compresión

Esfuerzo a la Compresión			
Deformación Axial	Esfuerzo de Compresión	Deformación Axial	Esfuerzo de Compresión
Natural (%)	Natural (kPa)	Remoldeado (%)	Remoldeado (kPa)
0,00	0,00	0,00	0,00
0,25	0,50	0,25	96,08
0,50	56,85	0,50	199,33
0,76	99,35	0,76	308,15
1,01	164,17	1,01	410,33
1,26	225,66	1,26	487,64
1,51	288,33	1,51	554,76
1,76	340,74	1,76	586,94
2,02	392,38	2,02	648,03
2,27	425,85	2,27	669,96
2,52	458,62	2,52	695,19
3,02	497,16	3,02	706,23
3,53	509,90	3,53	600,18
4,03	429,60	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Máx. Esfuerzo de Compresión Probeta Natural (Kpa)	509,90	Máx. Esfuerzo de Compresión Probeta Remoldeada (Kpa)	706,23

4.- Tabla de resultados del ensayo

Resultados del ensayo		Prueba	
		Natural	Remoldeada
Densidad seca	(g/cm ³)	1,493	1,402
Humedad (posterior a ensayo)	(%)	24,2	23,4
Resistencia de la compresión no confinada (qu)	(kPa)	509,90	706,23
Resistencia al corte (qu / 2)	(kPa)	254,95	353,12
Altura promedio de la muestra	(mm)	100,8	100,0
Diámetro promedio de la muestra	(mm)	50,3	50,0
Relación altura / diámetro		2,00	2,00
Velocidad de deformación promedio	(%/min)	1,51	1,51
Deformación en la falla	(%)	3,53	3,02
Razón de Vacíos		0,69	0,80
Sensitividad		0,72	

5.- Fotografía de la falla

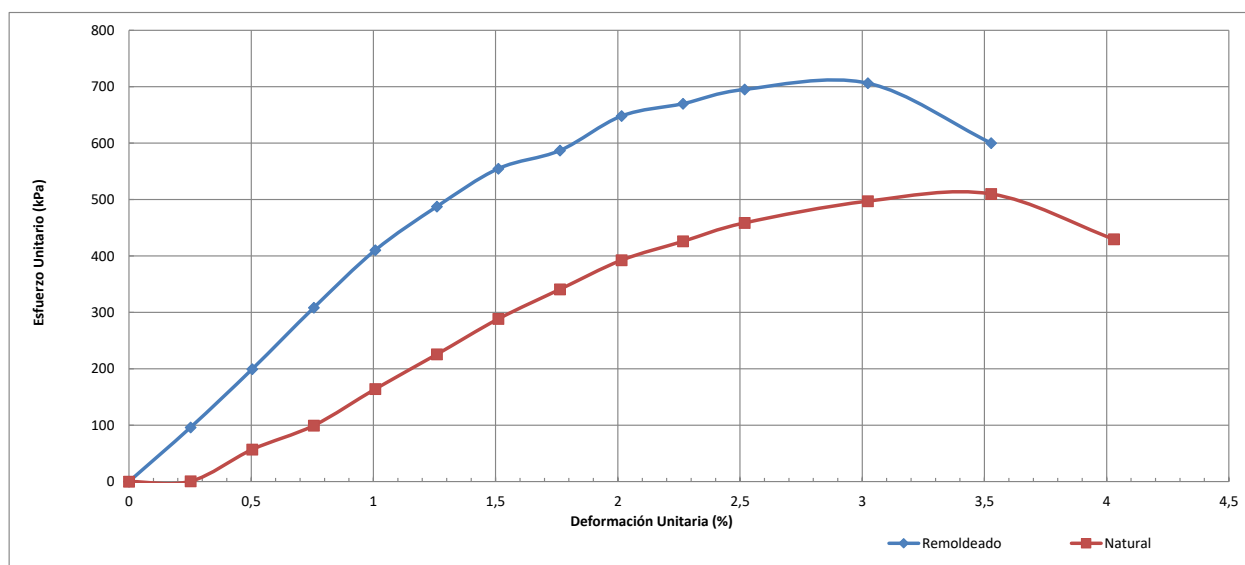
Natural



Remoldeada



6.- Grafico deformación - Esfuerzo



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

ENSAYOS DE LABORATORIO
UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL, Según ASTM D2166/D2166M - 13

Informe de Ensayo N° : 283
Obra : Cesfam Villa Alegre.
Mandante : Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	: 4
Muestra N°	: 1000-0442
Horizonte N°	: 3
Cotas (m)	: 0,8

2.- Antecedentes de la muestra

Descripción visual de la muestra	: Arcilla
Clasificación según USCS	: CL
Tipo de muestra	: Alterada
Preparación de la muestra	: Remoldeada

3.- Tabla de datos de deformación unitaria y esfuerzo a la compresión

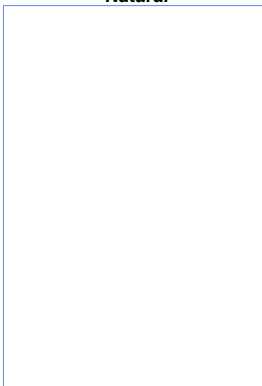
Deformación Axial Natural (%)	Esfuerzo de Compresión Natural (kPa)	Deformación Axial Remoldeado (%)	Esfuerzo de Compresión Remoldeado (kPa)
-	-	0,00	0,00
-	-	0,25	7,67
-	-	0,50	17,33
-	-	0,76	26,44
-	-	1,01	35,50
-	-	1,26	45,03
-	-	1,51	51,98
-	-	1,76	59,90
-	-	2,02	66,27
-	-	2,27	72,61
-	-	2,52	77,92
-	-	3,02	86,46
-	-	3,53	92,43
-	-	4,03	95,39
-	-	4,53	103,70
-	-	5,04	110,94
-	-	6,30	120,99
-	-	7,56	122,68
-	-	8,82	94,37
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
-	-	-	-
Máx. Esfuerzo de Compresión Probeta Natural (Kpa)	--	Máx. Esfuerzo de Compresión Probeta Remoldeada (Kpa)	122,68

4.- Tabla de resultados del ensayo

Resultados del ensayo	Probeta	
	Natural	Remoldeada
Densidad seca (g/cm ³)	--	1,243
Humedad (posterior a ensayo) (%)	--	41,9
Resistencia de la compresión no confinada (qu) (kPa)	--	122,68
Resistencia al corte (qu / 2) (kPa)	--	61,34
Altura promedio de la muestra (mm)	--	100,0
Diámetro promedio de la muestra (mm)	--	50,0
Relación altura / diámetro	--	2,00
Velocidad de deformación promedio (%/min)	--	1,51
Deformación en la falla (%)	--	7,56
Razón de Vacíos	--	1,04
Sensitividad	--	--

5.- Fotografía de la falla

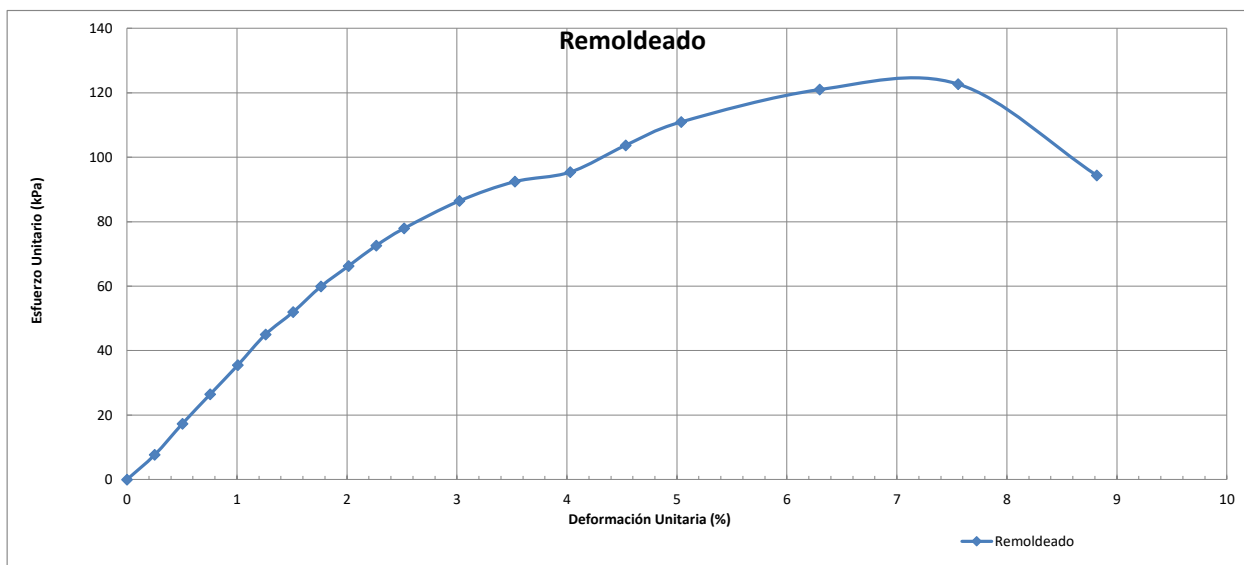
Natural



Remoldeada



6.- Grafico deformación - Esfuerzo



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

ENSAYOS DE LABORATORIO

Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition Según ASTM D3080 / D3080M - 11

Informe de Ensayo N°

: 283

Obra

: Cesfam Villa Alegre.

Mandante

: Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	1
Muestra N°	1000-0441
Horizonte N°	2
Cotas (m)	0,60

2.- Antecedentes de la muestra

Descripción visual de la muestra	Arcilla
Clasificación según USCS	CL
Tipo de muestra	No perturbada
Preparación de la muestra	Tallado

3.- Antecedentes del Ensayo y Equipo Utilizado

Tipo de equipo utilizado	Transmisión de carga y lectura automatizada, controlada por computadora
Tipo de caja de corte utilizado	Cuadrada
Área de caja de corte (mm ²)	10016,26
Altura de caja de corte (mm)	25,16
Condiciones del ensayo	Consolidado Drenado
Esfuerzo normal de confinamiento (kPa)	49,18
Velocidad de Ensayo mm/Min	0,2500
Método utilizado para la recolección de datos	Automático

4.- Tabla de Resultados del Ensayo

	Inicial	Final
Masa de suelo seco (g)	324,0	324,0
Humedad (%)	24,9	40,6
Densidad unitaria húmeda (g/cm ³)	1,606	1,833
Densidad unitaria seca (g/cm ³)	1,286	1,303
Razón de Vacíos	1,046	1,018
Grado de Saturación (%)	62,6	105,0

5.- Tabla de Datos Deformación Vertical, Deformación Horizontal, Desplazamiento Relativo y Tensión de Corte

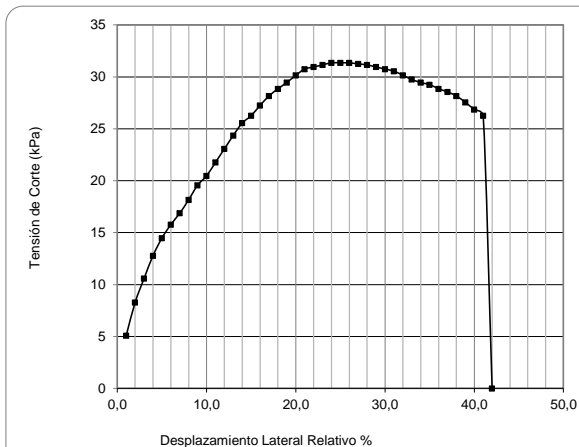
Deformación	Desplazamiento	Taza de	Tensión Normal	Fuerza de Corte	Tensión de Corte
Horiz. Vert.	Lateral relativo	Desplazamiento	Nominal		Nominal
mm	%	mm/min	Kpa	kN	Kpa
0,050	0,006	0,050	49,175	0,051	5,092
0,100	0,012	0,100	49,175	0,083	8,287
0,150	0,017	0,150	49,175	0,106	10,583
0,200	0,022	0,200	49,175	0,128	12,779
0,250	0,026	0,250	49,175	0,145	14,476
0,300	0,032	0,300	49,175	0,158	15,774
0,350	0,038	0,350	49,175	0,169	16,873
0,400	0,043	0,400	49,175	0,182	18,170
0,450	0,048	0,450	49,175	0,196	19,568
0,500	0,052	0,500	49,175	0,205	20,467
0,600	0,058	0,600	49,175	0,218	21,765
0,700	0,066	0,699	49,175	0,231	23,063
0,800	0,070	0,799	49,175	0,244	24,360
0,900	0,076	0,899	49,175	0,256	25,558
1,000	0,078	0,999	49,175	0,263	26,257
1,200	0,086	1,199	49,175	0,273	27,256
1,400	0,088	1,399	49,175	0,282	28,154
1,600	0,092	1,599	49,175	0,289	28,853
1,800	0,096	1,799	49,175	0,295	29,452
2,000	0,098	1,998	49,175	0,302	30,151
2,500	0,098	2,498	49,175	0,308	30,750
3,000	0,098	2,998	49,175	0,310	30,950
3,500	0,098	3,497	49,175	0,312	31,149
4,000	0,100	3,997	49,175	0,314	31,349
4,500	0,106	4,496	49,175	0,314	31,349
5,000	0,110	4,996	49,175	0,314	31,349
5,500	0,120	5,496	49,175	0,313	31,249
6,000	0,130	5,995	49,175	0,312	31,149
6,500	0,136	6,495	49,175	0,310	30,950
7,000	0,147	6,994	49,175	0,308	30,750
4,500	0,158	4,496	49,175	0,306	30,550
8,000	0,169	7,994	49,175	0,302	30,151
8,500	0,180	8,493	49,175	0,298	29,752
9,000	0,190	8,993	49,175	0,295	29,452
8,500	0,204	8,493	49,175	0,293	29,252
10,000	0,218	9,992	49,175	0,289	28,853
11,000	0,200	10,991	49,175	0,286	28,554
11,000	0,266	10,991	49,175	0,282	28,154
13,000	0,286	12,990	49,175	0,276	27,555
14,000	0,310	13,989	49,175	0,269	26,856
15,000	0,334	14,988	49,175	0,263	26,257

Nota:

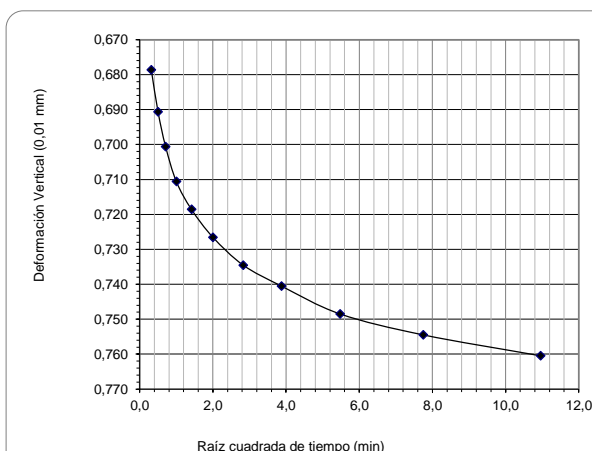
Los resultados informados se refieren únicamente a los ítem ensayados.

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

6.- Tensión de Corte Nominal V/S Desplazamiento Relativo Lateral



7.- Deformación Vertical V/S Raíz Cuadrada del Tiempo



ENSAYOS DE LABORATORIO

Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition Según ASTM D3080 / D3080M - 11

Informe de Ensayo N°

: 283

Obra

: Cesfam Villa Alegre.

Mandante

: Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	1
Muestra N°	1000-0441
Horizonte N°	2
Cotas (m)	0,60

2.- Antecedentes de la muestra

Descripción visual de la muestra	Arcilla
Clasificación según USCS	CL
Tipo de muestra	No perturbada
Preparación de la muestra	Tallado

3.- Antecedentes del Ensayo y Equipo Utilizado

Tipo de equipo utilizado	Transmisión de carga y lectura automatizada, controlada por computadora
Tipo de caja de corte utilizado	Cuadrada
Área de caja de corte (mm ²)	10016,26
Altura de caja de corte (mm)	25,16
Condiciones del ensayo	Consolidado Drenado
Esfuerzo normal de confinamiento (kPa)	98,07
Velocidad de Ensayo mm/Min	0,2500
Método utilizado para la recolección de datos	Automático

4.- Tabla de Resultados del Ensayo

		Inicial	Final
Masa de suelo seco (g)		324,4	324,4
Humedad (%)		24,9	39,7
Densidad unitaria húmeda (g/cm ³)		1,608	1,862
Densidad unitaria seca (g/cm ³)		1,287	1,333
Razón de Vacíos		1,043	0,973
Grado de Saturación (%)		62,8	107,2

5.- Tabla de Datos Deformación Vertical, Deformación Horizontal, Desplazamiento Relativo y Tensión de Corte

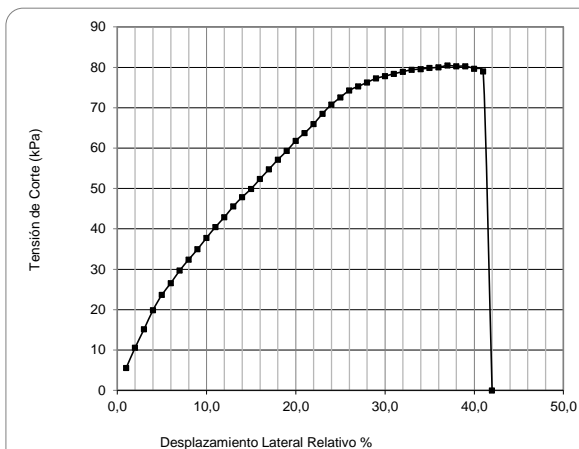
Deformación	Desplazamiento	Taza de	Tensión Normal	Fuerza de Corte	Tensión de Corte
Horiz. Vert.	Lateral relativo	Desplazamiento	Nominal		Nominal
mm	%	mm/min	Kpa	kN	Kpa
0,050	0,004	0,050	98,067	0,056	5,601
0,100	0,011	0,100	98,067	0,106	10,598
0,150	0,018	0,150	98,067	0,152	15,155
0,200	0,026	0,200	98,067	0,199	19,878
0,250	0,031	0,250	98,067	0,237	23,667
0,300	0,042	0,300	98,067	0,266	26,577
0,350	0,053	0,350	98,067	0,298	29,707
0,400	0,063	0,400	98,067	0,325	32,397
0,450	0,074	0,450	98,067	0,350	34,978
0,500	0,084	0,500	98,067	0,378	37,779
0,600	0,103	0,600	98,067	0,405	40,469
0,700	0,125	0,699	98,067	0,430	42,885
0,800	0,143	0,799	98,067	0,457	45,576
0,900	0,162	0,899	98,067	0,480	47,882
1,000	0,176	0,999	98,067	0,500	49,914
1,200	0,219	1,199	98,067	0,525	52,385
1,400	0,248	1,399	98,067	0,548	54,746
1,600	0,270	1,599	98,067	0,573	57,162
1,800	0,294	1,799	98,067	0,594	59,304
2,000	0,316	1,998	98,067	0,619	61,829
2,500	0,360	2,498	98,067	0,639	63,751
3,000	0,394	2,998	98,067	0,661	65,948
3,500	0,427	3,497	98,067	0,686	68,529
4,000	0,457	3,997	98,067	0,709	70,780
4,500	0,485	4,496	98,067	0,727	72,537
5,000	0,516	4,996	98,067	0,744	74,294
5,500	0,540	5,496	98,067	0,754	75,283
6,000	0,565	5,995	98,067	0,764	76,271
6,500	0,587	6,495	98,067	0,774	77,259
7,000	0,617	6,994	98,067	0,779	77,809
4,500	0,638	4,496	98,067	0,785	78,413
8,000	0,658	7,994	98,067	0,790	78,907
8,500	0,681	8,493	98,067	0,795	79,401
9,000	0,700	8,993	98,067	0,797	79,566
8,500	0,718	8,493	98,067	0,800	79,840
10,000	0,737	9,992	98,067	0,801	80,005
11,000	0,749	10,991	98,067	0,806	80,444
11,000	0,796	10,991	98,067	0,804	80,279
13,000	0,821	12,990	98,067	0,804	80,279
14,000	0,847	13,989	98,067	0,798	79,675
15,000	0,868	14,988	98,067	0,791	79,017

Nota:

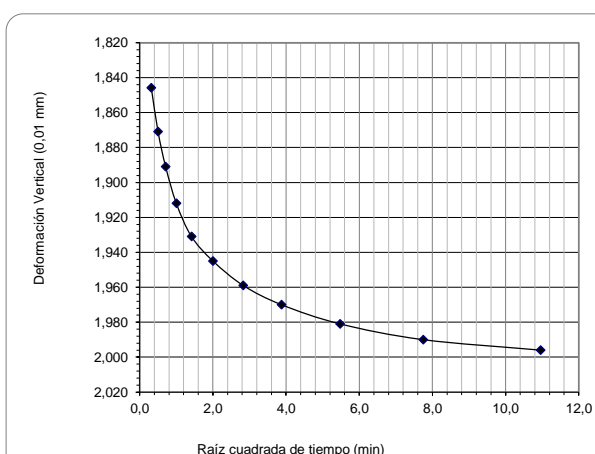
Los resultados informados se refieren únicamente a los ítem ensayados.

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

6.- Tensión de Corte Nominal V/S Desplazamiento Relativo Lateral



7.- Deformación Vertical V/S Raíz Cuadrada del Tiempo



ENSAYOS DE LABORATORIO

Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Condition Según ASTM D3080 / D3080M - 11

Informe de Ensayo N°

: 283

Obra

: Cesfam Villa Alegre.

Mandante

: Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	1
Muestra N°	1000-0441
Horizonte N°	2
Cotas (m)	0.60

2.- Antecedentes de la muestra

Descripción visual de la muestra	Arcilla
Clasificación según USCS	CL
Tipo de muestra	Inalterada
Preparación de la muestra	Tallado

3.- Antecedentes del Ensayo y Equipo Utilizado

Tipo de equipo utilizado	Transmisión de carga y lectura automatizada, controlada por computadora
Tipo de caja de corte utilizado	Cuadrada
Área de caja de corte (mm ²)	10016,26
Altura de caja de corte (mm)	25,16
Condiciones del ensayo	Consolidado Drenado
Esfuerzo normal de confinamiento (kPa)	196,13
Velocidad de Ensayo mm/Min	0,2500
Método utilizado para la recolección de datos	Automático

4.- Tabla de Resultados del Ensayo

	Inicial	Final
Masa de suelo seco (g)	336,6	336,6
Humedad (%)	28,9	38,8
Densidad unitaria húmeda (g/cm ³)	1,722	1,950
Densidad unitaria seca (g/cm ³)	1,336	1,405
Razón de Vacíos	0,969	0,872
Grado de Saturación (%)	78,5	117,0

5.- Tabla de Datos Deformación Vertical, Deformación Horizontal, Desplazamiento Relativo y Tensión de Corte

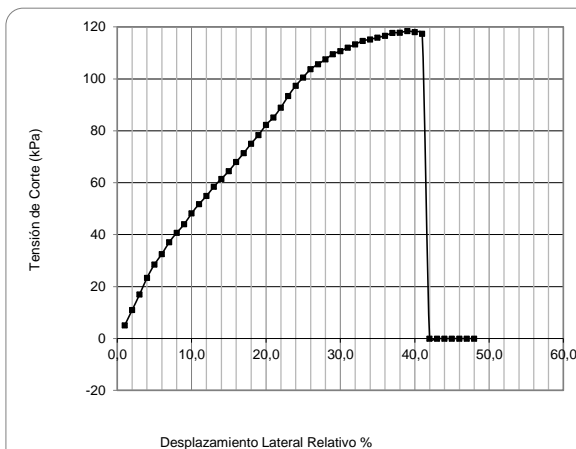
Deformación	Desplazamiento	Taza de	Tensión Normal	Fuerza de Corte	Tensión de Corte
Horiz. Vert.	Lateral relativo	Desplazamiento	Nominal		Nominal
mm	%	mm/min	Kpa	kN	Kpa
0,050	0,002	0,050	196,133	0,051	5,092
0,100	0,008	0,100	196,133	0,110	10,982
0,150	0,016	0,150	196,133	0,170	16,972
0,200	0,026	0,200	196,133	0,234	23,362
0,250	0,031	0,250	196,133	0,286	28,554
0,300	0,044	0,300	196,133	0,326	32,547
0,350	0,058	0,350	196,133	0,372	37,140
0,400	0,072	0,400	196,133	0,408	40,734
0,450	0,086	0,450	196,133	0,441	44,028
0,500	0,100	0,500	196,133	0,483	48,222
0,600	0,130	0,600	196,133	0,519	51,816
0,700	0,162	0,699	196,133	0,550	54,911
0,800	0,190	0,799	196,133	0,586	58,505
0,900	0,218	0,899	196,133	0,616	61,500
1,000	0,242	0,999	196,133	0,646	64,495
1,200	0,312	1,199	196,133	0,681	67,989
1,400	0,362	1,399	196,133	0,715	71,384
1,600	0,398	1,599	196,133	0,752	75,078
1,800	0,438	1,799	196,133	0,785	78,373
2,000	0,476	1,998	196,133	0,824	82,266
2,500	0,556	2,498	196,133	0,853	85,162
3,000	0,618	2,998	196,133	0,891	88,955
3,500	0,678	3,497	196,133	0,936	93,448
4,000	0,730	3,997	196,133	0,975	97,342
4,500	0,776	4,496	196,133	1,007	100,537
5,000	0,828	4,996	196,133	1,039	103,731
5,500	0,862	5,496	196,133	1,058	105,628
6,000	0,898	5,995	196,133	1,077	107,525
6,500	0,932	6,495	196,133	1,097	109,522
7,000	0,974	6,994	196,133	1,109	110,720
7,500	1,002	7,494	196,133	1,122	112,018
8,000	1,028	7,994	196,133	1,135	113,316
8,500	1,058	8,493	196,133	1,148	114,614
9,000	1,082	8,993	196,133	1,154	115,213
9,500	1,102	9,492	196,133	1,161	115,912
10,000	1,122	9,992	196,133	1,168	116,610
11,000	1,162	10,991	196,133	1,179	117,709
12,000	1,182	11,990	196,133	1,180	117,808
13,000	1,206	12,990	196,133	1,186	118,408
14,000	1,230	13,989	196,133	1,182	118,008
15,000	1,244	14,988	196,133	1,176	117,409

Nota:

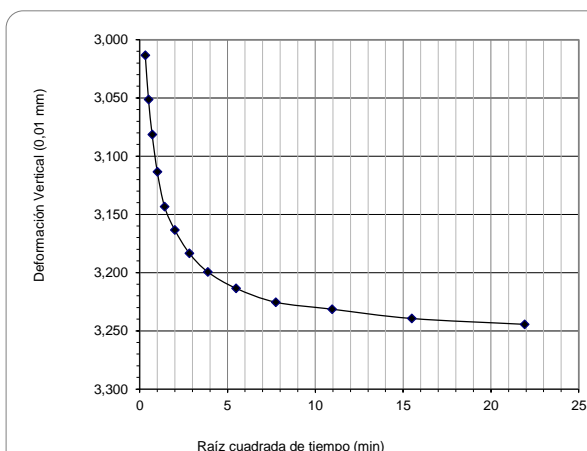
Los resultados informados se refieren únicamente a los ítem ensayados.

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

6.- Tensión de Corte Nominal V/S Desplazamiento Relativo Lateral



7.- Deformación Vertical V/S Raíz Cuadrada del Tiempo



ENSAYOS DE LABORATORIO

ONE-DIMENSIONAL CONSOLIDATION PROPERTIES OF SOILS USING INCREMENTAL LOADING Según ASTM D2435/D2435M - 11

Informe de Ensayo N° 289
Obra Cesfan Villa Alegre.
Mandante Laboratorio GH SpA.

1.- Identificación de la muestra

Pozo N°	: 4
Muestra N°	: 1000-0442
Horizonte N°	: 3
Cotas (m)	: 0,8

3.- Antecedentes del ensayo y equipo utilizado

Metodo de ensayo	A
Metodo utilizado para la recolección de datos	Manual
Area de anillo utilizado (mm ²)	3868
Altura de anillo utilizado (mm)	19,03
Condiciones del ensayo	Saturado
Deformación final mm ² 0,001	1,480

2.- Antecedentes de la muestra

Descripción visual de la muestra	: Arcilla
Clasificación según USCS	: CL
Tipo de muestra	: Inalterada
Preparación de la muestra	: Tallada

4.- Tabla de resultados del ensayo

		Inicial	Final
Masa de suelo humedo + anillo (g)		207,0	205,4
Masa de anillo (g)		81,5	81,5
Masa de suelo seco (g)		75,7	
Humedad (%)		65,7	63,6
Densidad unitaria húmeda (g/cm ³)		1,705	1,683
Densidad unitaria seca (g/cm ³)		1,029	1,029
Gravedad específica		2,63	2,63
Grado de Saturación (%)		90,8	87,9
Razón de Vacíos		1,547	1,163

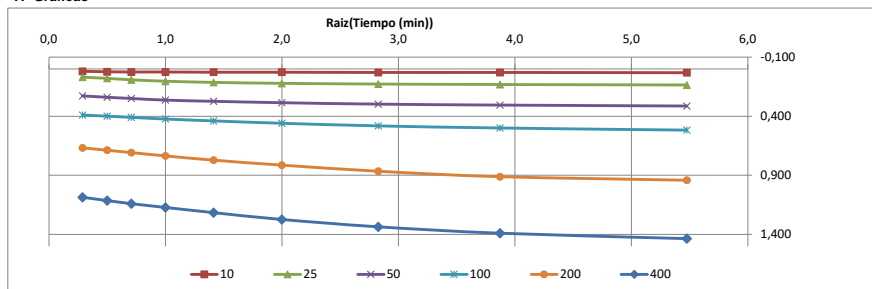
5.- Tabla de programa de cargas, deformaciones finales, relación de vacíos

Programa de cargas (kPa)	Deformación (mm * 0,001)	Razón de vacíos	t ₉₀ (seg.)	H _{D50} (cm.)	Coef. de Consolidación (cm ² /seg.)
10	0,032	1,547	15	1,90	0,1076
25	0,144	1,532	9,6	1,90	0,1681
50	0,324	1,508	15	1,90	0,1076
100	0,540	1,479	15	1,90	0,1076
200	0,974	1,421	9,6	1,90	0,1681
400	1,480	1,353	6	1,90	0,2690
200	3,090	1,137			
100	3,036	1,144			
10	2,924	1,159			
0	2,900	1,163			

6.- Tabla y Grafico de velocidad de consolidación, deformación v/s tiempo

Cargas (kPa)	Deformación (mm * 0,001) para los tiempos (min)															
	0,1	0,3	0,5	1	2	4	8	15	30	60	120	240	480	1440	2880	4320
raiz(t) ==>	0,3	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,8	3,9	5,5	7,7	11,0	15,5	21,9	37,9	53,7	65,7
10	0,020	0,024	0,026	0,026	0,028	0,028	0,030	0,030	0,032	0						
25	0,070	0,080	0,092	0,104	0,114	0,122	0,128	0,132	0,136	0	0					
50	0,228	0,240	0,250	0,264	0,274	0,286	0,298	0,306	0,314	0	0					
100	0,390	0,400	0,410	0,424	0,440	0,460	0,482	0,500	0,518	1	1					
200	0,668	0,688	0,708	0,736	0,772	0,814	0,866	0,912	0,942	1	1					
400	1,086	1,114	1,140	1,172	1,216	1,274	1,336	1,390	1,436	1	1					
800																

7.- Graficas



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

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

INFORME DE ENSAYO OFICIAL

Informe de Ensayo N° : 283
Proyecto u Obra : Cesfam Villa Alegre.

A .- IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

Calicata N°	S1	6	1	4	--	--
Horizonte	--	2	2	3	--	--
Muestra N°	1000-0330	1000-0440	1000-0441	1000-0442	--	--
Cota (m)	6,00 8,00	0,50	0,60	0,80	--	--
Fecha de ensayo	--	--	--	--	--	--

B .- LÍMITES DE CONSISTENCIA, PARTE 3: DETERMINACIÓN DEL LÍMITE DE CONTRACCIÓN, (Según NCh 1517 /3 OF.79)(*)

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

C .- HINCHAMIENTO LIBRE Y PRESIÓN DE HINCHAMIENTO (según ASTM D 4829 - 03 y D 4546 - 03)(*)

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

D .- HINCHAMIENTO LIBRE COLAPSADO (según ASTM D 4546 - 03) (*)

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

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

Densidad natural seca (g/m ³)	1,417	0,829	1,381	1,246	--	--
---	-------	-------	-------	-------	----	----

ANEXO II:

INFORME ESTUDIO SÍSMICO.

INFORME ESTUDIO SÍSMICO

REPOSICIÓN CESFAM VILLA ALEGRE

AV. ARGENTINA N°875 - TEMUCO

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

FEBRERO DE 2020

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	3
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
III.	METODOLOGÍA.....	6
IV.	EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.....	8
V.	DETERMINACIÓN Vs30	17
VI.	CONCLUSIONES.....	18

I. INTRODUCCIÓN

A partir del sismo que afectó a un sector extenso de la zona centro-sur del país, ocurrido el 27 de febrero de 2010, en un área que se extiende aproximadamente desde la Península de Arauco por el sur hasta el norte de Pichilemu, cubriendo unos 450 KM de longitud en dirección norte-sur, por un ancho de 160 KM, siendo el terremoto de mayor magnitud (M_w 8.8), desde el terremoto de Valdivia de 1960 (M_w 9.5) y uno de los más grande registrados en el mundo, algunas de las normativas existentes sufrieron modificaciones, como es el caso de la norma NCh.433.of.96.mod2009.

El 14 de Febrero de 2011, se promulgó oficialmente el decreto de emergencia D.S 117 el cual complementaba y modificaba la norma NCh.433.of.96.mod2009, fundamentalmente la clasificación sísmica del suelo. Debido a que durante la formulación de este decreto, solo se contaba con información parcial de las causas y consecuencias originadas por el terremoto, la Secretaria de Estado estimó necesario convocar a un panel de expertos en materias relativas al diseño sísmico para ajustar estándares de seguridad, a raíz de lo cual en diciembre de 2011 se publicó en el Diario Oficial el D.S 61, que vendría a reemplazar al D.S 117.

Dentro de las modificaciones y complementos incluidos en el D.S 61, se encuentra una nueva clasificación de suelos, la cual estipula en su Artículo 5°, que la respuesta sísmica en superficie de un depósito de suelo y la sollicitación sísmica que se desarrolla sobre una estructura emplazada en dicho depósito son principalmente dependientes de la rigidez a bajas deformaciones de los estratos superiores del terreno de fundación, del período fundamental del depósito de suelos, del nivel de amortiguamiento desarrollado por los distintos suelos constituyentes del terreno y de la excitación sísmica propiamente tal. Centrando como parámetro relevante para la clasificación sísmica de los suelos, la velocidad de ondas de corte promedio de los primeros 30 metros del terreno (V_{s30}). Si bien la velocidad de ondas de corte estaba presente en la clasificación sísmica del suelo de la norma NCh.433.of.96.mod2009 (específicamente en los suelos que clasificaban como tipo I y II), su medición in-situ era poco frecuente.

Las exigencias presentes en el D.S 61 para clasificar los suelos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N°1: Clasificación sísmica del terreno de fundación.

Suelo Tipo		Vs30 [m/s]	RQD	qu [Mpa]	N1 [golpes/pie]	Su [Mpa]
A	Roca, suelo cementado	≥ 900	≥ 50%	≥ 10 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)		
B	Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme	≥ 500		≥ 0,40 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 50	
C	Suelo denso o firme	≥ 350		≥ 0,30 ($\epsilon_{qu} \leq 2\%$)	≥ 40	
D	Suelo medianamente denso o firme	≥ 180			≥ 30	≥ 0,05
E	Suelo de compacidad, o consistencia mediana	< 180			≥ 20	< 0,05
F	Suelos Especiales	*	*		*	*

V_{s30} : Velocidad de ondas de corte promedio de los 30 metros superiores del terreno.

N₁ : Índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1Mpa. 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.

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Con motivo de llevar a cabo el proyecto denominado REPOSICIÓN CESFAM VILLA ALEGRE, se solicitó al suscrito realizar un estudio geofísico de manera de caracterizar sísmicamente el suelo donde se emplazarán las edificaciones, el terreno en estudio se ubica en Av. Argentina N°875, Temuco, Región de La Araucanía.

El estudio consistió en la medición de perfiles sísmicos, de manera tal de obtener el parámetro Vs 30 mediante el método ReMi.



Imagen N° 1: Emplazamiento del proyecto.

III. METODOLOGÍA

Para la obtención de la velocidad de ondas de corte promedio (V_s), la normativa actual señala que este parámetro puede ser obtenido 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, este último será el utilizado para este estudio.

Refracción de Microtremores (ReMi)

El método de refracción de microtremores (Louis 2001), el cual utiliza una instrumentación similar al de la prueba de refracción sísmica, pero en su análisis permite separar las ondas Rayleigh de otras ondas elásticas, para finalmente determinar cómo varía la velocidad de ondas de corte V_s , en profundidad.

A diferencia de la prueba de refracción sísmica, ReMi puede usarse sin problemas en ambientes urbanos, y de hecho mientras mayor sea el ruido mejor será su funcionamiento. Además mediante el método ReMi se pueden detectar estratos blandos entre estratos de mayor rigidez, mientras que en la refracción sísmica solo puede detectar variación de rigideces progresivamente mayores.

Para la realización del método ReMi se coloca un tendido lineal con 12 o más geófonos verticales de 4'5 Hz, el registro de la vibración se realiza mediante un sismógrafo digital modelo "Summit xtream", y se registra tanto vibración ambiental (microtremores) como vibración superficial inducida.

Una vez realizado el registro en campo, el primer paso del procesado del análisis ReMi consiste en generar un espectro de velocidades de frecuencia v/s tardanza (inverso de la velocidad), llamado espectro p-f, con el software de procesado "SeisOptReMi".

Después de obtener el espectro p-f se determina la gráfica de periodos contra velocidad de fase de onda Rayleigh. Por ser los periodos el inverso de las frecuencias, la curva pasa de ser descendente de izquierda a derecha a ascendente.

Finalmente, mediante un modelo iterativo con la gráfica periodo v/s velocidad de fase onda Rayleigh se traza la curva de dispersión, con la cual se establecen los espesores de los diferentes estratos y la velocidad de ondas de corte (V_s).

En la siguiente imagen se resume la metodología del Método ReMi, descrita anteriormente.

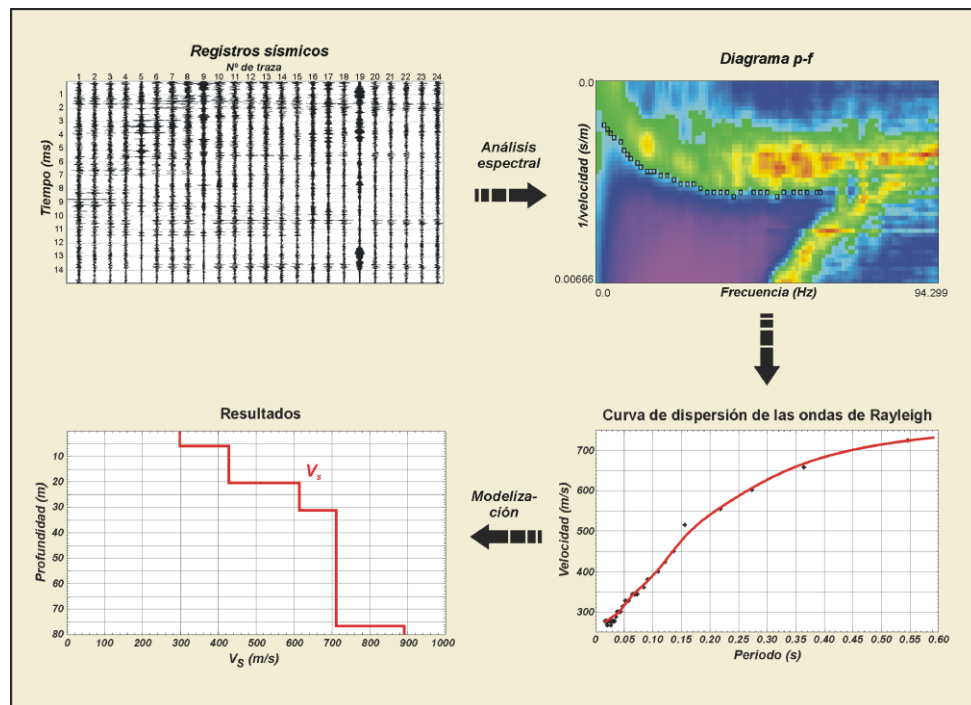


Imagen N° 2: Resumen del procesado del método ReMi. (Fuente IGT)

IV. EJECUCIÓN DEL ESTUDIO

La obtención de datos en terreno fue realizada el día Miércoles 05 de Febrero de 2020, para lo cual se dispusieron dos perfiles sísmicos, con una longitud de 48 metros, utilizando de esta manera 12 geófonos, con un distanciamiento entre geófonos de 4.00m en ambos casos.

En la siguiente figura se muestra la disposición de los perfiles en terreno:



Imagen N° 3: Disposición de perfiles en terreno.

Tabla N° 2: Ubicación Geófonos extremos.

Coordenadas UTM – Perfiles Geofísicos				
Perfil N°	Geófono N°	Zona	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	1	18 H	707.766 m E	5.710.975 m S
1	12	18 H	707.725 m E	5.710.976 m S
2	1	18 H	707.751 m E	5.710.980 m S
2	12	18 H	707.740 m E	5.710.948 m S

Tabla N° 3: Ubicación Fuente Activa.

Coordenadas UTM – Fuente Activa				
Fuente N°	Referencia	Zona	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	Geófono 1	18 H	707.768 m E	5.710.974 m S
2	Geófono 12	18 H	707.723 m E	5.710.976 m S
3	Geófono 1	18 H	707.752 m E	5.710.982 m S
4	Geófono 12	18 H	707.740 m E	5.710.947 m S

Perfil 1: Longitud 48 metros.



Fotografía N° 1: Perfil 1

Registro del ruido ambiental en 12 geófonos durante 15 segundos.

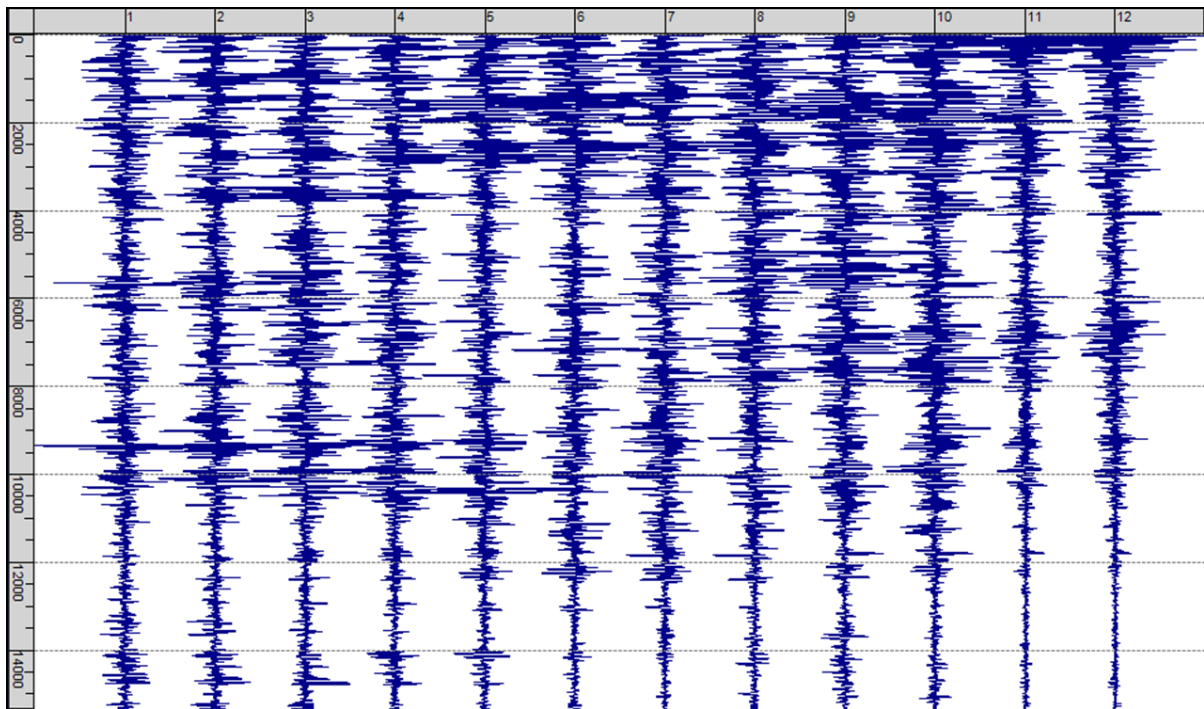


Imagen N° 4: Registro Perfil 1.

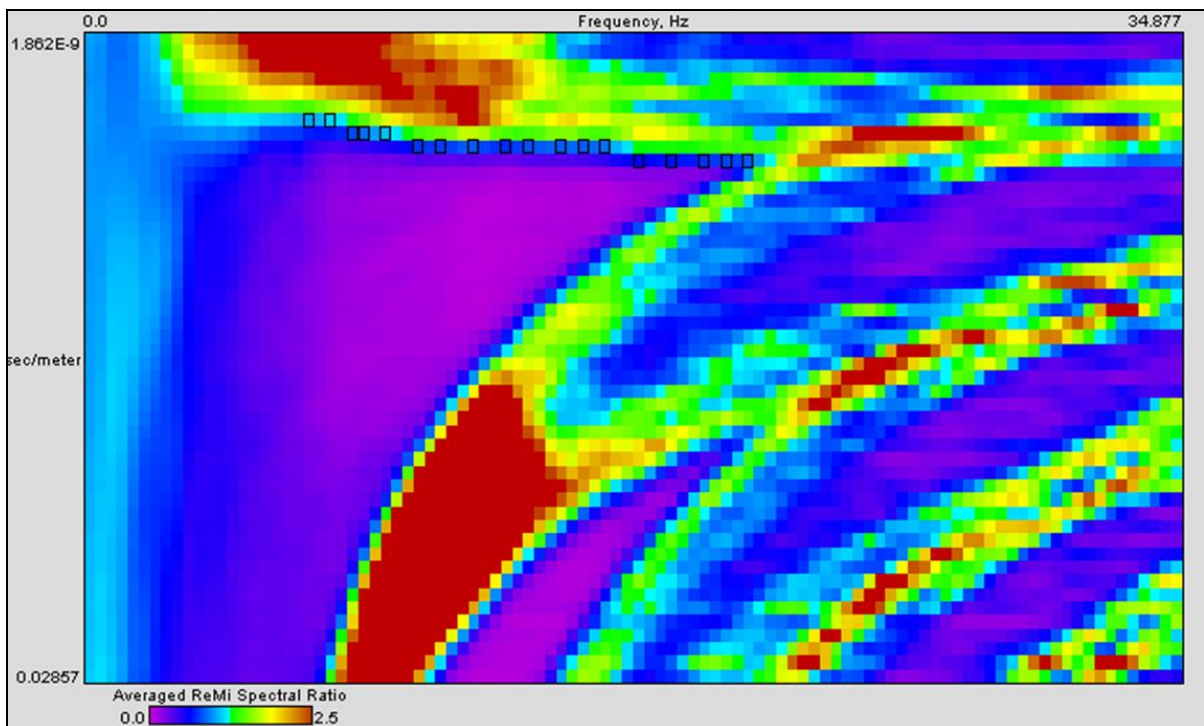


Imagen N° 5: Espectro de velocidades de frecuencia v/s tardanza (p-f) Perfil 1.

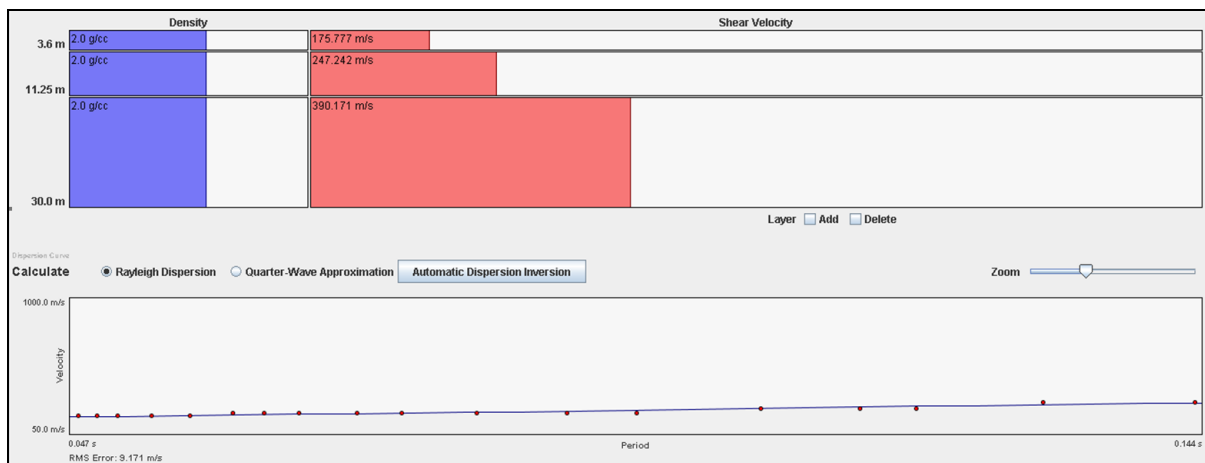
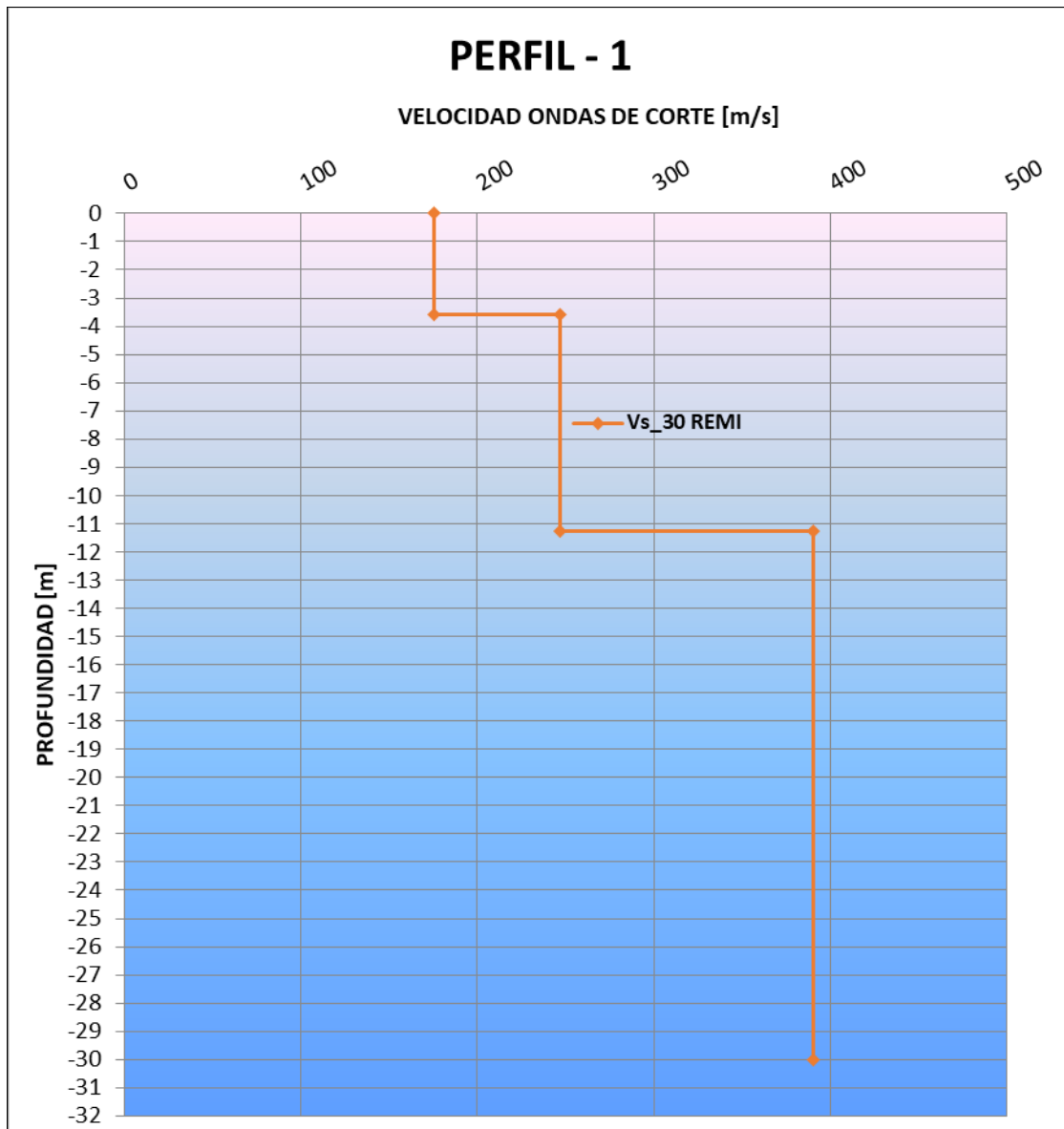


Imagen N° 6: Interpretación de microtremores Perfil 1.

Tabla N° 4: Velocidad de ondas de corte en profundidad.

PERFIL - 1		
TRAMO [m]		Vs [m/s]
0,00	3,60	175,78
3,60	11,25	247,24
11,25	30,00	390,17

Gráfico N° 1: Variación de la velocidad de propagación en profundidad Perfil – 1.



Perfil 2: Longitud 48 metros.



Fotografía N° 2: Perfil 2

Registro del ruido ambiental en 12 geófonos durante 15 segundos.

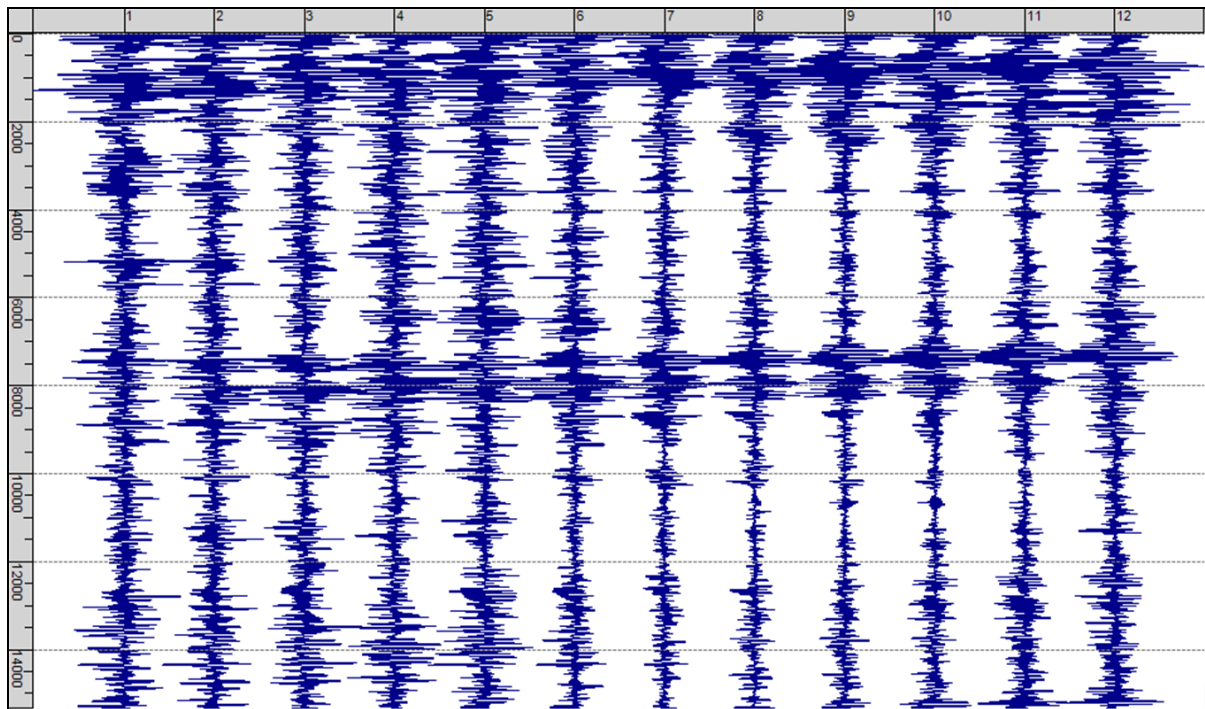


Imagen N° 7: Registro Perfil 2.

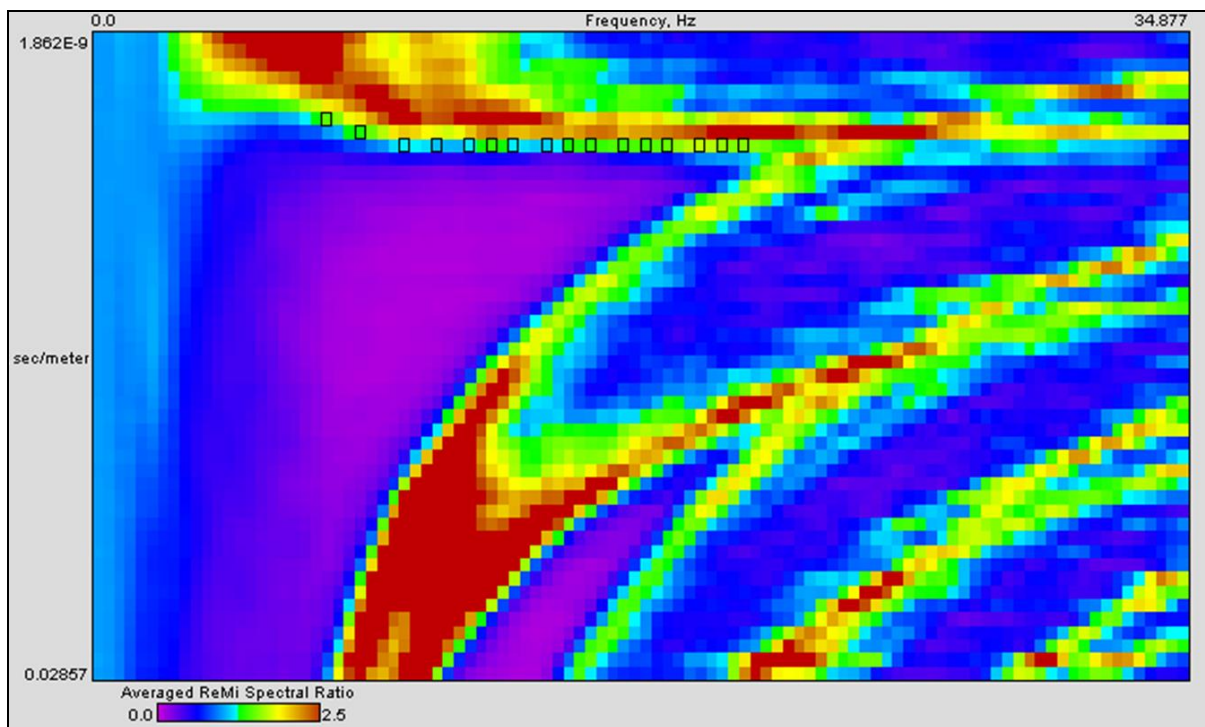


Imagen N° 8: Espectro de velocidades de frecuencia v/s tardanza (p-f) Perfil 2.

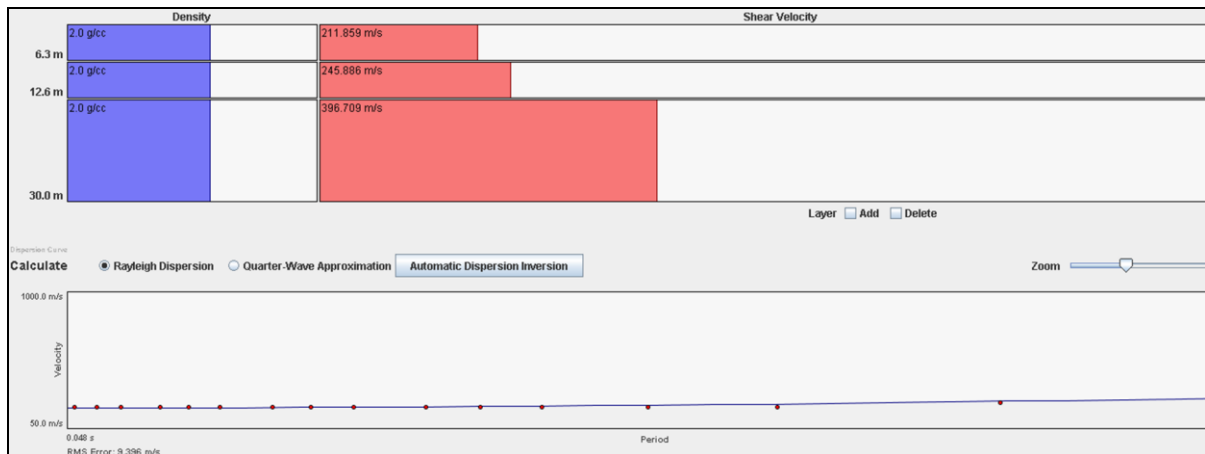
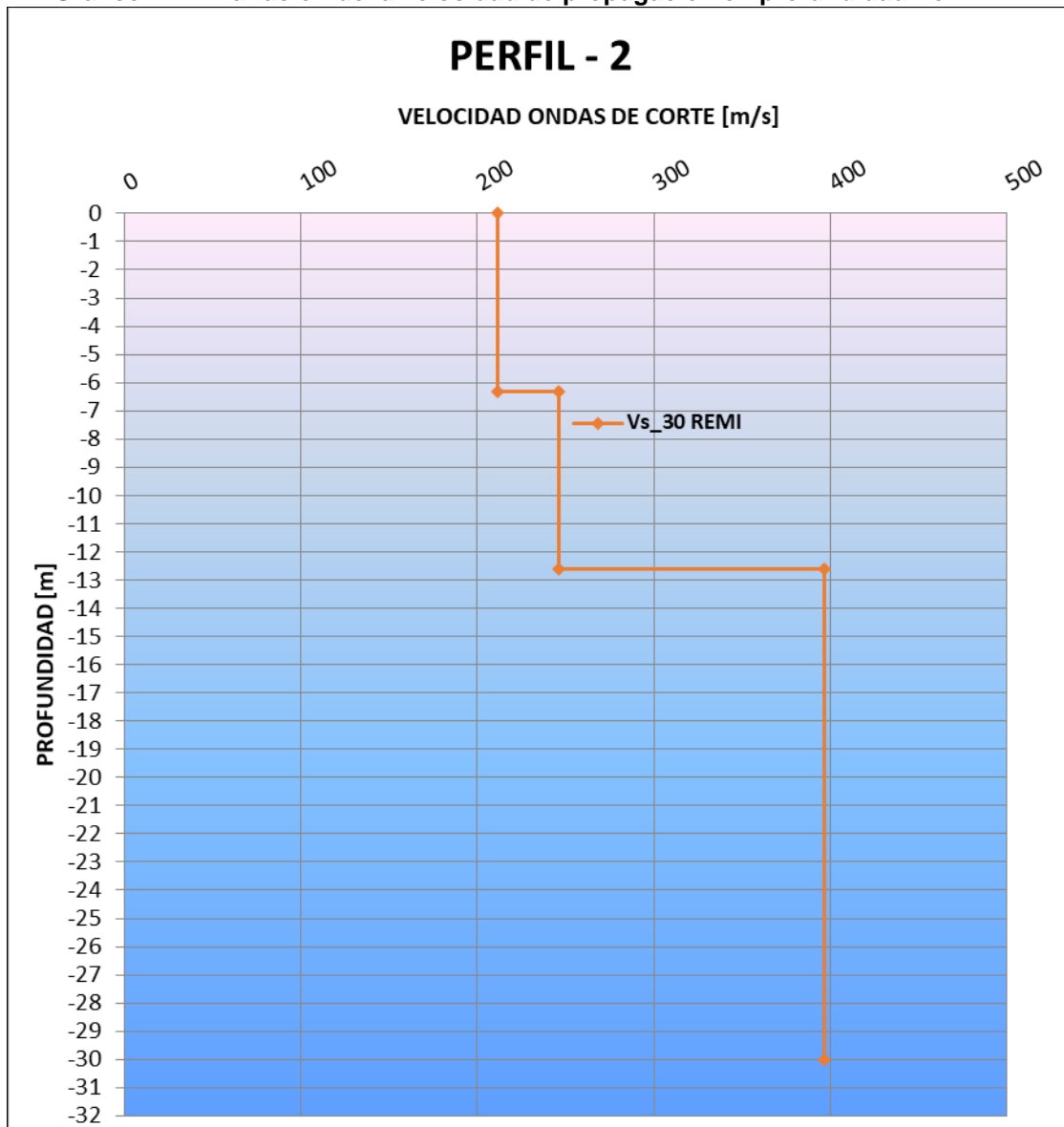


Imagen N° 9: Interpretación de microtremores Perfil 2.

Tabla N° 5: Velocidad de ondas de corte en profundidad.

PERFIL -2		
TRAMO [m]		Vs [m/s]
0,00	6,30	211,86
6,30	12,60	245,89
12,60	30,00	396,71

Gráfico N° 2: Variación de la velocidad de propagación en profundidad Perfil – 2.



V. DETERMINACIÓN Vs30

Para determinar la velocidad de ondas de corte promedio de los 30 metros superiores del terreno V_{s30} se consideró 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 estratos en los 30 metros superiores del terreno

En las siguientes tablas se determina el valor de Vs30 para el perfil N°1 y N° 2, utilizando la ecuación descrita anteriormente:

Perfil 1.

Tabla N° 6: Determinación Vs30 Perfil 1.

Determinación Vs_30 Perfil 1		
hi	Vs_i	hi/Vs_i
3,600	175,777	0,020
7,650	247,242	0,031
18,750	390,171	0,048
Vs_30 =		301,57

Perfil 2.

Tabla N° 7: Determinación Vs30 Perfil 2.

Determinación Vs_30 Perfil 2		
hi	Vs_i	hi/Vs_i
6,300	211,859	0,030
6,300	245,886	0,026
17,400	396,709	0,044
Vs_30 =		302,36

VI. CONCLUSIONES

Dado que en ambos perfiles la velocidad de propagación de ondas de corte promedio en los primeros 30 metros (V_{s30}), son mayores a 180 [m/s], el suelo puede clasificarse automáticamente como suelo tipo E, sin necesidad de otras mediciones, según lo estipulado en D.S 61. Para evaluar la clasificación como suelo tipo D, se deberá cumplir con los parámetros restante señalados en la Tabla N°1 del presente informe.



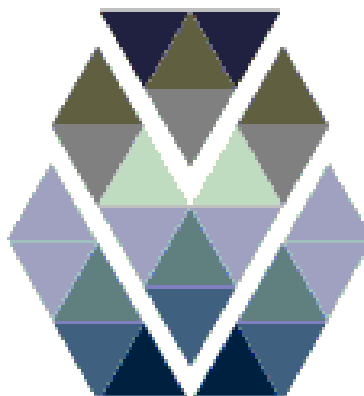
Matías Pellet Alveal
Ingeniero Civil en OO.CC

MPA.

ANEXO III: INFORME SONDAJE.

INFORME SONDAJE GEOTÉCNICO

SIMIC SPA



Empresa solicitante	:	Laboratorio GH SpA.
Nombre Sonda	:	CESFAM Villa Alegre
Periodo de trabajo	:	21-01-2020/24-01-2020.
Responsable de trabajo	:	Thomas Teixeira Q.
Fecha entrega de informe	:	Lunes 10 de Febrero, 2020.



SIMIC SPA

SIMIC SPA es una empresa que inició sus actividades el día 02 de septiembre del año 2017, la cual se dedica a los servicios profesionales geológicos y de prospección.

Su gerente general *Thomas Teixeira Quintino*, es el encargado de la preparación, confección y supervisión del siguiente informe y de la integridad de los resultados presentados.



Thomas Teixeira

Rut 18.301.840-k



INFORME DE SONDAJE GEOTÉCNICO

Alcance y objetivos.

El presente informe tiene como objetivo entregar los resultados conseguidos por la empresa SIMIC SPA en los estudios de suelo realizados para la empresa Laboratorio GH SpA., con el fin de entregar las características geotécnicas del terreno en el cual fue desarrollado el trabajo.

Antecedentes.

Con fecha 10 de febrero del 2020, se entrega el resultado del trabajo solicitado por la empresa Laboratorio GH SpA., el cual fue desarrollado entre el 21-01-2020 y el 24-01-2020.

Ubicación.

El estudio de suelo solicitado tiene una ubicación geográfica correspondiente:

Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



RESULTADO DE SONDAJES.

Desde	Hasta	Tipo	DESCRIPCIÓN	N 1	N 2	N 3	N _{SPT}
0,00	1,00	HQ3	Gravas arcillosas, humedad baja, compacidad alta. SPT RECHAZA DADO PRESENCIA DE GRAVAS.				
1,00	2,00	HQ3	Gravas arcillosas, humedad baja, compacidad alta. SPT RECHAZA DADO PRESENCIA DE GRAVAS.				
2,00	2,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta	7	9	12	21
2,45	3,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta				
3,00	3,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta	7	7	12	19
3,45	4,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta				
4,00	4,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta	5	5	6	11
4,45	5,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta				
5,00	5,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta	10	10	13	23
5,45	6,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia baja, plasticidad alta				
6,00	6,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia alta, plasticidad alta	8	19	22	41
6,45	7,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta				
7,00	7,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta	7	8	11	19
7,45	8,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta				
8,00	8,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta	7	7	8	15
8,45	9,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta				
9,00	9,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta	5	6	8	14
9,45	10,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia media, plasticidad alta				
10,00	10,45	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia alta, plasticidad alta	10	14	15	29
10,45	11,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia alta, plasticidad alta				
11,00	11,29	SPT	Arcilla, humedad baja, consistencia alta, plasticidad alta	29	50R		
11,29	12,00	HQ3	Arcilla, humedad baja, consistencia alta, plasticidad alta				
12,00	12,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	14	20	24	44
12,45	13,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				

Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Desde	Hasta	Tipo	DESCRIPCIÓN	N 1	N 2	N 3	N _{SPT}
13,00	13,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	13	27	37	64
13,45	14,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
14,00	14,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	13	24	31	55
14,45	15,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
15,00	15,41	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	20	31	50R	50R
15,41	16,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
16,00	16,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	11	14	20	34
16,45	17,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
17,00	17,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	11	13	18	31
17,45	18,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
18,00	18,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	9	15	15	30
18,45	19,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
19,00	19,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	7	7	10	R
19,45	20,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
20,00	20,21	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	37	50R		R
20,21	21,00	HQ3	Gravas arcillosas, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
21,00	21,13	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	50R			R
21,13	22,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
22,00	22,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	11	17	19	36
22,45	23,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
23,00	23,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	16	19	24	43
23,45	24,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
24,00	24,45	SPT	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	13	21	29	50
24,45	25,00	HQ3	Arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				

Ubicación: Doctor Sotero del rio #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Desde	Hasta	Tipo	DESCRIPCIÓN	N 1	N 2	N 3	N _{SPT}
25,00	25,33	SPT	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	24	33	50R	R
25,33	26,00	HQ3	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
26,00	26,37	SPT	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	27	39	50R	R
26,37	27,00	HQ3	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
27,00	27,28	SPT	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	39	50R		R
27,28	28,00	HQ3	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
28,00	28,12	SPT	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	50R			R
28,12	29,00	HQ3	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				
29,00	29,19	SPT	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta	41	50R		R
29,19	29,00	HQ3	Arena con porcentaje de arcilla, humedad alta, consistencia alta, plasticidad alta				

Ubicación: Doctor Sotero del rio #326, Santiago. Región metropolitana.
Rut: 76.391.978-1
Contacto: 9-58951795



Resultado Agua interior Sondaje:

Fecha	Profundidad pozo al inicio de cada Jornada (metros)	Agua interior Sondaje Inicio cada Jornada (metros)	Profundidad pozo al término de cada Jornada (metros)	Agua interior Sondaje Termino cada Jornada (metros)
21-01-2020	-	-	5	3
22-01-2020	5	-	12	6
23-01-2020	12	-	20	6
24-01-2020	20	12	30	7

Ubicación: Doctor Sotero del rio #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Fotografías de muestras.

Sondaje tramo 0,0 – 5,00.



Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Sondaje tramo 5,00 – 10,00 metros.



Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Sondaje tramo 10,00 – 15,00 metros.



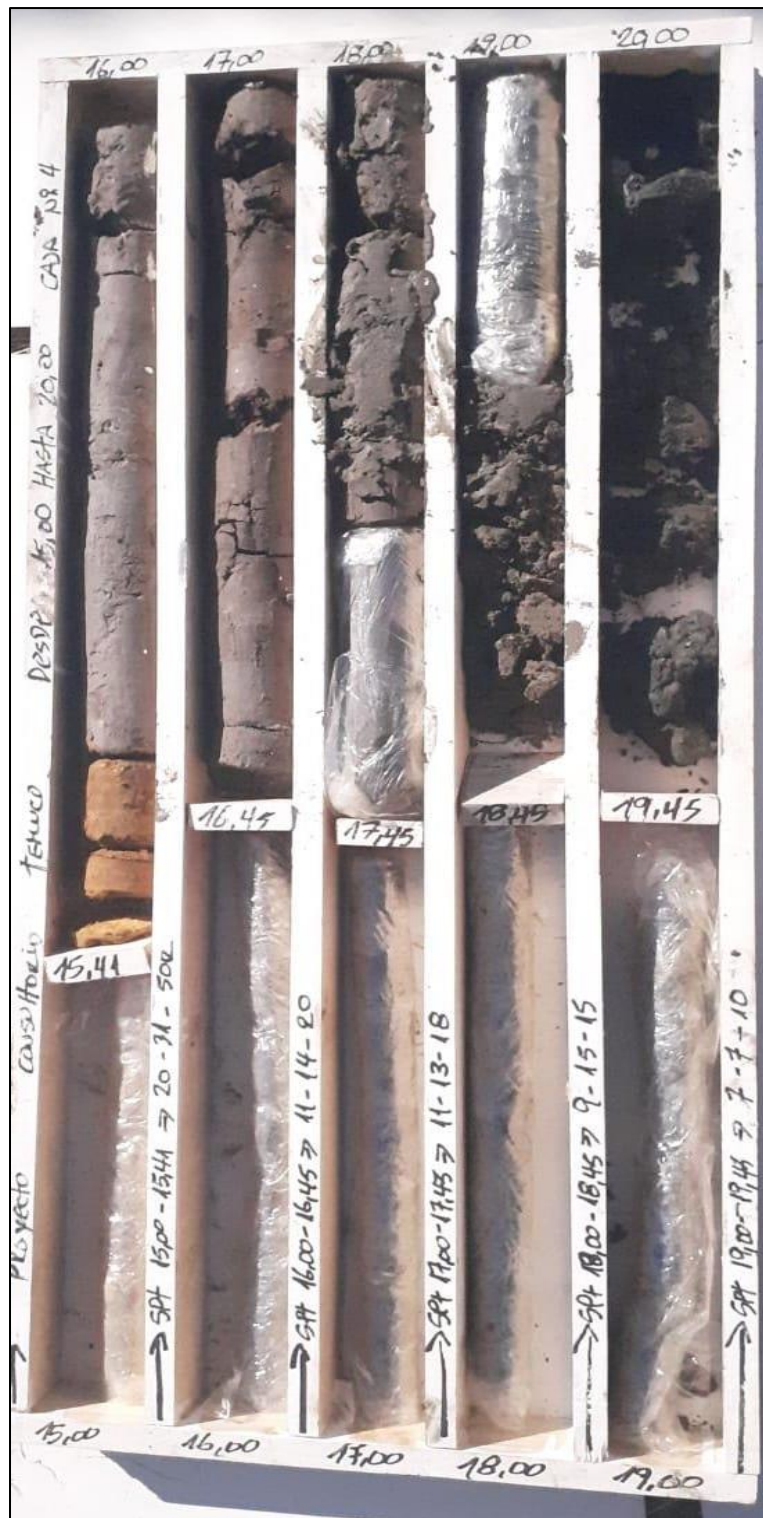
Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Sondaje tramo 15,00 – 20,00 metros.



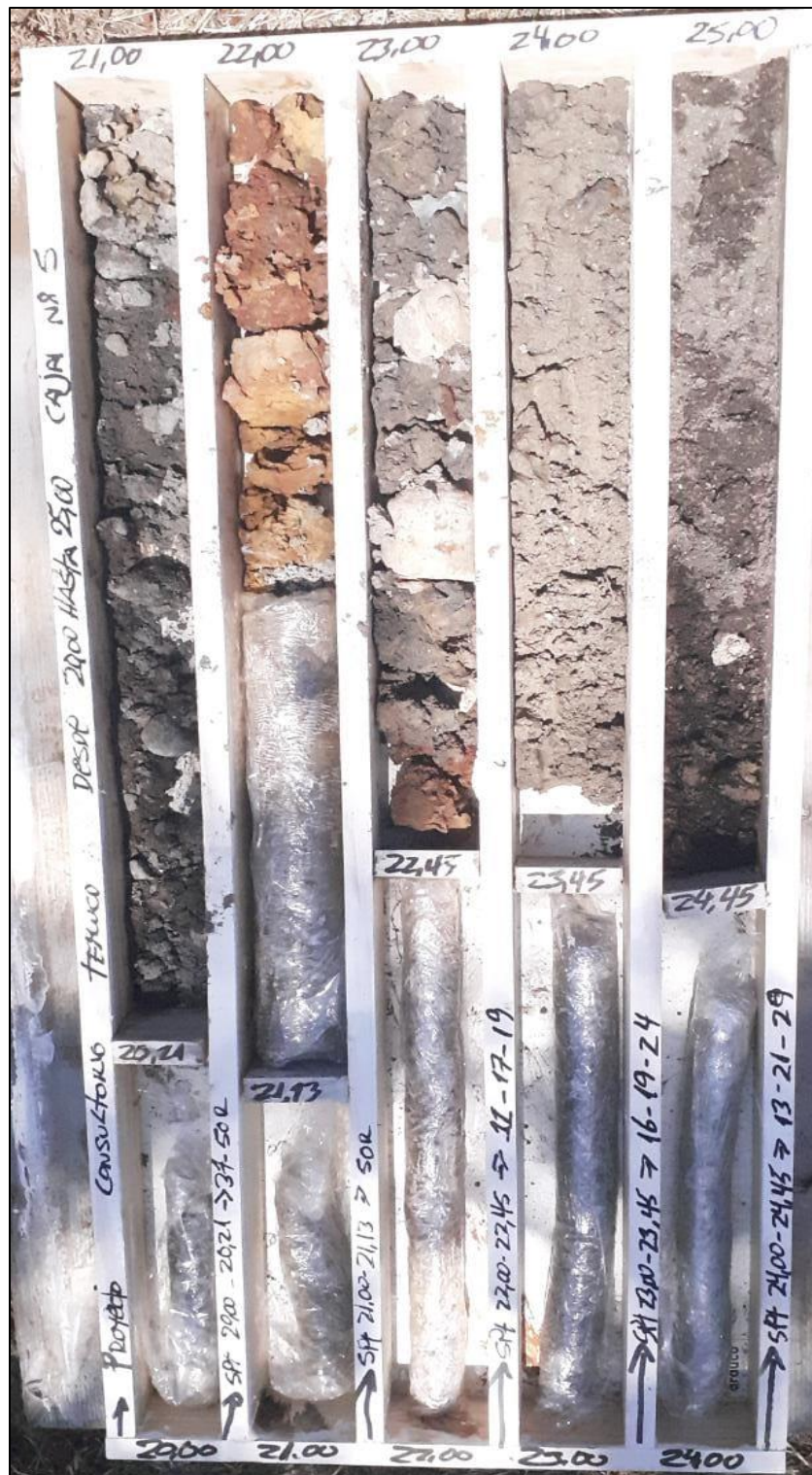
Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Sondaje tramo 20,00 – 25,00 metros.



Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Sondaje tramo 25,00 – 30,00 metros.



Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795



Fotografías de trabajo.



Ubicación: Doctor Sotero del río #326, Santiago. Región metropolitana.

Rut: 76.391.978-1

Contacto: 9-58951795

