CENTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ARICA

ANEXO INFORME MECÁNICA DE SUELOS

Documento Preparado por:

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Analytica
Chañar

Mayo 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. TRABAJO DE CAMPO 2
2.1. ENSAYOS GEOTÉCNICOS IN SITU 3
2.1.1. ESTRATIGRAFÍAS E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS 4
2.1.2. ENSAYOS DE NIVEL VARIABLE O ENSAYO PORCHET 12
2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO 16
2.2.1. UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRAS PARA ENSAYOS DE LABORATORIO 16
2.2.2. DENSIDAD DE PARTÍCULAS SÓLIDAS DE SUELO 19
2.2.3. PROCTOR MODIFICADO 19
2.2.4. DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN DE SOPORTE DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (CBR) 19
2.2.5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS RESISTENTES COHESIÓN Y ÁNGULO DE FRICCIÓN 20
2.2.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO 20
2.3. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO 21
2.3.1. COTAS DE FUNDACIÓN 21
2.3.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN 22
3. RESPONSABLE 24

ANEXO
ANEXO 01 CERTIFICADOS DE LABORATORIO
ANEXO 02 FICHAS CALICATAS EXPLORATIVAS
ANEXO 03 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objetivo general evaluar y caracterizar geotécnicamente el subsuelo de fundación, así como proporcionar antecedentes sobre las características físico-mecánicas relevantes para el emplazamiento del **Centro de Gestión Integral de Residuos Arica.**

Para llevar a cabo este estudio, se realizaron visitas técnicas al área en cuestión, en las cuales se llevó a cabo una campaña de prospecciones mediante calicatas de altura variable, donde la profundidad máxima fue de 2,1 m.

Con el fin de complementar la información obtenida en terreno, se tomaron muestras representativas que fueron enviadas al laboratorio **TESTCONTROL** para su análisis. Este proceso ha permitido contar con la información necesaria para la elaboración del informe de mecánica de suelos correspondiente al área ocupada para el proyecto.

El alcance del estudio incluye la recopilación de información disponible sobre el proyecto, en lo que respecta a las zonas de instalación de las áreas operacionales y administrativas, zona de compostaje, zona de reciclaje, zona de disposición de residuos, además de otros datos relevantes para la elaboración del informe.

2. TRABAJO DE CAMPO

Con el fin de caracterizar el suelo natural, se definió como área de estudio el sector del terreno donde se desarrollará el proyecto, abarcando las distintas zonas establecidas en su diseño.

La metodología implementada incluyó la realización de una visita a terreno por parte de profesionales del área, efectuada en enero de 2025. Esta visita tuvo como finalidad obtener una visión general del sitio y establecer los puntos adecuados para ejecutar las inspecciones geotécnicas.

La campaña los estudios de suelo consistió en la apertura de 22 calicatas de exploración, cuyo propósito fue identificar la secuencia estratigráfica del subsuelo y llevar a cabo una caracterización preliminar, tanto visual como física, de los distintos horizontes de suelo. Los resultados de los ensayos y mediciones aplicados a las muestras extraídas se encuentran detallados en el **Anexo 01**.

Las excavaciones exploratorias fueron realizadas con maquinaria pesada, utilizando una retroexcavadora durante la campaña.



Figura 1. Maquinarias utilizadas en la ejecución de las calicatas

En la siguiente imagen, se presenta la ubicación de las calicatas realizadas.

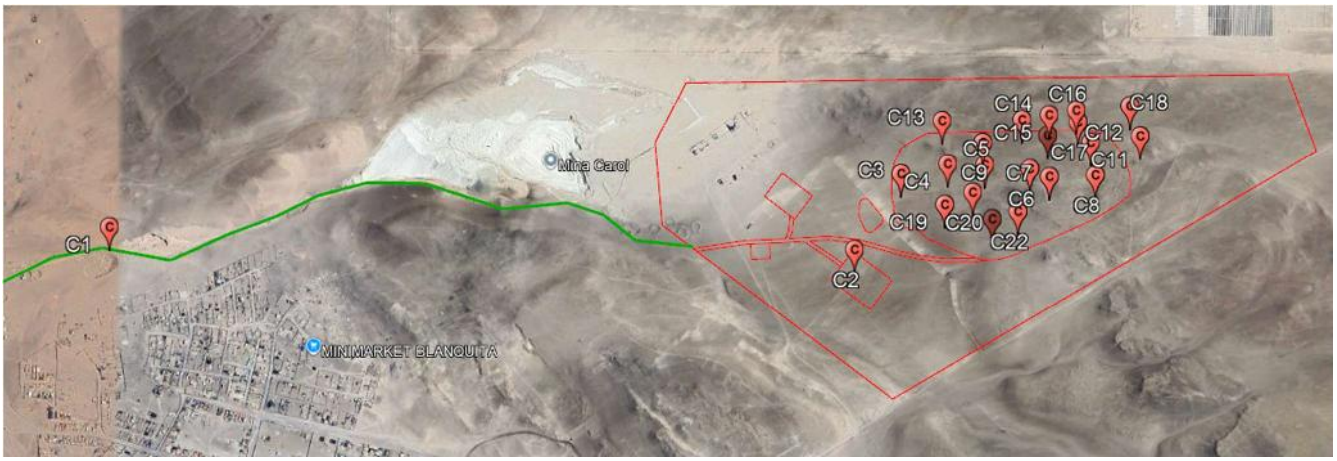


Figura 2. Ubicación de las calicatas realizadas.

En la misma campaña se extrajeron muestras representativas a una profundidad aproximada correspondiente al segundo estrato del perfil, con el objetivo de determinar en laboratorio las propiedades índices y los parámetros de resistencia de los suelos considerados adecuados para fundar.

Los ensayos realizados para la caracterización física y mecánica del suelo incluyeron: análisis granulométrico (Norma 8.102.1/LNV 105 MC Vol. 8 2010), clasificación de suelos según el sistema U.S.C.S. (ASTM D2487 – 06), determinación del contenido de humedad (NCh 1515 Of. 1979), ensayo Proctor Modificado (NCh 1534/2 Of. 1979), determinación de la densidad de partículas sólidas (NCh 1532 Of. 1980), ensayo CBR (NCh 1852 Of. 1981), determinación de los límites de consistencia (NCh 1517/1 y 2 Of. 1979), corte directo (ASTM D3080/D3080 – M11) y determinación de la conductividad hidráulica (NCh 3610:2020).

En la tabla siguiente se presenta un resumen con los trabajos de terreno.

Tabla 1. Ensayos In Situ y toma de muestras

Ensayo	Cantidad	Calicatas
Muestras	5	C1-C2-C3-C4-C5
Estratigrafías	22	C1 a la C22

2.1. ENSAYOS GEOTÉCNICOS IN SITU

Con el propósito de evaluar las características físicas del suelo, así como sus propiedades de infiltración, capacidad de soporte y estado de compacidad, se realizó una caracterización orientada a determinar su aptitud como material de cobertura de residuos y de relleno. Esta evaluación tiene como finalidad verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Reglamento N°189 “Sobre condiciones sanitarias básicas en los rellenos sanitarios”, en relación con las propiedades exigidas para dicho tipo de material. La caracterización físico-mecánica del suelo se efectuó mediante la aplicación de diversos ensayos, tanto en terreno como en laboratorio.

2.1.1. ESTRATIGRAFÍAS E IDENTIFICACIÓN DE SUELOS

La estratigrafía general del área en estudio fue determinada a partir de la excavación de 22 calicatas utilizando maquinaria pesada, específicamente retroexcavadora. Estas prospecciones se realizaron desde la superficie natural del terreno hasta profundidades variables, en donde la mayor altura de calicata fue de 2,1 m.

El propósito de esta actividad fue identificar las características físicas de los distintos estratos del suelo mediante inspección visual directa, lo que permite una primera aproximación a su clasificación y comportamiento geotécnico.

A continuación, se presenta una tabla con la ubicación de las calicatas ejecutadas, expresada en coordenadas UTM.

Tabla 2. Coordenadas UTM ubicación calicatas exploratorias

Calicata	Este	Norte	Profundidad [m]
C1	365161,92	7960080,31	1,5
C2	367187,07	7960033,35	0,2
C3	367315,31	7960239,72	1,15
C4	367442,48	7960267,93	1,05
C5	367543,62	7960265,01	0,1
C6	367666,66	7960255,38	0,15
C7	367719,85	7960234,82	0,1
C8	367844,46	7960239,08	0,2
C9	367538,00	7960326,00	0,2
C10	367715,11	7960347,97	2,1
C11	367832,26	7960329,73	0,2
C12	367967,95	7960347,80	0,2
C13	367427,61	7960385,73	0,1
C14	367645,16	7960389,39	0,2
C15	367719,18	7960403,29	0,1
C16	367793,19	7960416,63	0,2
C17	367798,09	7960384,34	1,45
C18	367940,57	7960429,89	0,2
C19	367434,00	7960156,00	0,2
C20	367510,50	7960190,12	0,1
C21	367563,04	7960118,73	0,2
C22	367633,07	7960139,38	0,18

Se detallan a continuación los resultados de la inspección visual efectuada en terreno, la cual se realizó desde el nivel superficial, utilizando el mayor alcance posible según lo permitido tanto por la maquinaria disponible como por la capacidad portante del suelo. Los informes de las calicatas realizadas durante estas inspecciones se incluyen en el **Anexo 02**.

Tabla 3. Resumen estratigrafías calicatas explorativas

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
1		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 1,50 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
2		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
3		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 1,15 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
4		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 85% arena y 15% finos. Espesor 1,05 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
5		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
6		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,15 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
7		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,10 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
8		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 75% arena y 25% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
9		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
10		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 2,10 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
11		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 60% arena y 40% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
12		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
13		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
14		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
15		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
16		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
17		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 1,45 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
18		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
19		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Calicatas N°	Fotografías	Estrato	Descripción
20		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
21		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.
22		1	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,18 m.
		2	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

2.1.2. ENSAYOS DE NIVEL VARIABLE O ENSAYO PORCHET

La norma NCh 3610:2020 Geotecnia – Determinación de la conductividad hidráulica saturada de campo establece cuatro métodos para estimar la conductividad hidráulica saturada en suelos donde no se detecta nivel freático dentro del rango de exploración.

De los métodos indicados en esta norma, se empleará el ensayo de nivel variable, también conocido como ensayo Porchet.

Este procedimiento consiste en llenar con agua una cavidad de diámetro d y profundidad H, midiendo el descenso del nivel del agua a lo largo del tiempo. En el punto específico donde se desea estimar la conductividad hidráulica en terreno, se debe excavar un cilindro dentro de la calicata, cuyas dimensiones se ajusten a los lineamientos establecidos en la NCh 3610:2020, los cuales dependen del tamaño máximo de las partículas del suelo.

Para verificar adecuadamente las dimensiones de la cavidad, se debe medir su diámetro en dos niveles (superior e inferior), considerando dos ejes preferentemente ortogonales. Asimismo, la profundidad debe registrarse en al menos tres puntos equidistantes en el perímetro del fondo, y uno adicional en el centro.

Una vez completadas las mediciones, la cavidad se llena con agua hasta alcanzar el nivel de la superficie del terreno. Luego, se deja descender el nivel del agua unos centímetros (dependiendo de la profundidad de la cavidad), y se comienza a registrar el descenso progresivo de la superficie libre, el cual ocurre por infiltración a través del fondo y las paredes. Las mediciones de descenso deben realizarse cada 2 cm, utilizando una regla graduada con un sistema de flotación en su extremo inferior, que permita un seguimiento preciso del nivel del agua.



Figura 3. Ensayo infiltración de Porchet

La siguiente figura y tabla, presenta la ubicación con coordenadas UTM de los ensayos de infiltración de Porchet en terreno.

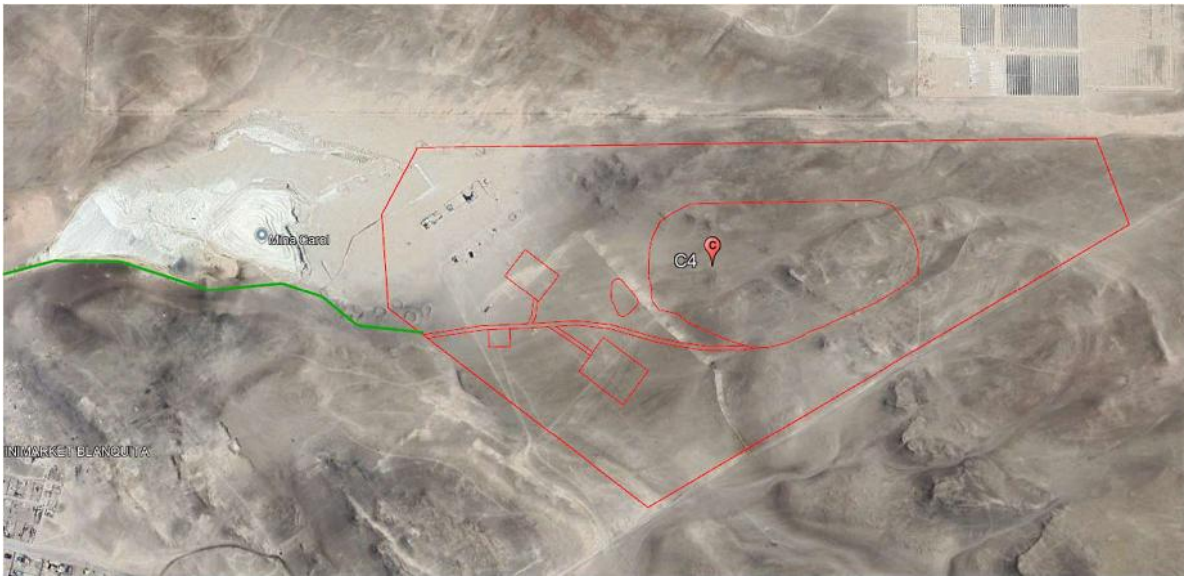


Figura 4. Ubicación de Ensayo de Porchet

Tabla 4. Coordenadas UTM ubicación Ensayo de Porchet

CALICATA	ESTE	NORTE
C4	367.442	7.960.267
Datum WGS 84 Huso 19H		

2.1.2.1 Resultado del ensayo de Porchet

El resultado obtenido indica que a nivel superficial la tasa de infiltración del primer estrato de suelo es de 784,03 (mm/h) en el punto de medición (calicata C4).

A través de los datos obtenidos se saca un promedio de la infiltración durante todo el ensayo, como se muestra a continuación.

Tabla 5. Ensayo Porchet Calicata 4.

N° MEDICION	NIVEL DESCENSO (mm)	TIEMPO ACUMULADO (seg)	2h+R	INFILTRACIÓN (mm/hr)	INFILTRACIÓN (cm/hr)
0	300	0	750	0,00	0,0000
1	290	4	730	1843,00	184,30
2	280	7	710	2604,00	260,40
3	270	12	690	1531,00	153,10
4	260	27	670	525,00	52,50
5	250	41	650	583,00	58,30
6	240	59	630	469,00	46,90
7	230	87	610	310,00	31,00
8	220	106	590	481,00	48,10
9	210	128	570	417,00	41,70
10	200	148	550	487,00	48,70
11	190	166	530	556,00	55,60
12	180	197	510	335,00	33,50
13	170	222	490	429,00	42,90
14	160	247	470	453,00	45,30
15	150	267	450	582,00	58,20
16	140	289	430	559,00	55,90
17	130	323	410	380,00	38,00
18	120	345	390	615,00	61,50
19	110	373	370	506,00	50,60
20	100	400	350	556,00	55,60
21	90	425	330	630,00	63,00
22	80	447	310	769,00	76,90
23	70	464	290	1064,00	106,40
24	60	485	270	924,00	92,40
25	50	508	250	902,00	90,20
26	40	530	230	1025,00	102,50
27	30	556	210	948,00	94,80
28	20	578	190	1211,00	121,10
29	10	599	170	1438,00	143,80
30	0	628	150	1173,00	117,30
			Promedio	**784,03 (mm/hr)**	**78,4032 (cm/hr)**

Según la tabla de permeabilidad de Soil conservation service, se puede clasificar el grupo al cual pertenece el suelo en estudio, como se muestra a continuación.

	Muy Lenta	Lenta	Moderadamente Lenta	Moderada	Moderadamente Elevada	Elevada	Muy Elevada
K (cm/hr)	< 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2,0	2,0 - 6,5	6,5 - 12,5	12,5 - 25,0	> 25,0

Figura 5. Tabla de permeabilidad de Soil Conservation Service

En la siguiente tabla, se presenta en resumen resultado obtenido.

Tabla 6. Resultados de ensayo de Porchet realizado en terreno.

N° Calicata	Permeabilidad (mm/hr)	Permeabilidad (cm/hr)	Permeabilidad según Soil Conservation Service
C4	784,03	78,4032	Muy elevada

2.1.2.2 Análisis de resultados de ensayos in situ

El perfil del suelo presenta estratos claramente diferenciados. El primer estrato corresponde a una arena limosa de fácil excavación, con una profundidad que varía entre 0,15 y 2,1 metros. Por debajo de este se encuentra un segundo estrato extremadamente duro, el cual no pudo ser perforado ni removido mediante el uso de maquinaria convencional. Este material corresponde a suelo caliche, un tipo de suelo característico del norte de Chile, compuesto principalmente por depósitos cementados de sales, como nitratos. Este último en algunos sectores se encontraba a nivel superficial.

A partir de las calicatas prospectadas indican que el sector está conformado por suelos de características similares que abarcan la totalidad del terreno.

El ensayo de Infiltración de Porchet estableció un valor de 784,03 (mm/hr), que según los rangos de permeabilidad de la Soil Conservation Service, este suelo tiene una velocidad de infiltración muy elevada. En el ensayo realizado, se vinculó el valor de infiltración con el tipo de suelo, según se detalla en la siguiente tabla. Este tipo de suelo fue determinado conforme al ensayo de clasificación de suelos U.S.C.S.

Tabla 7. Valores Típicos de Tasas de Infiltración en Suelos

TIPO SUELO	TASA DE INFILTRACIÓN (mm/h)
Arena	**Mayor de 30**
Arena Limosa	20 – 30
Limo	10 – 20
Arcilla Limosa	5 – 10
Arcilla	1 - 5

Fuente: Process Design Manual for Land Treatment of Wastewater (EPA, 1981)

Dado el valor del ensayo Porchet, este indica que corresponde a una arena.

Tabla 8. Clasificación de suelos según ensayo de Porchet v/s Clasificación U.S.C.S

N° Calicata	Permeabilidad (mm/hr)	Tipo de suelo según valores típicos de tasas de infiltración	Clasificación USCS de suelo ASTM 2487-00	Permeabilidad en estado compactado, según clasificación USCS
C4	784,03	Arena	SM (arena limosa)	Semipermeable a impermeable

El valor de infiltración o conductividad hidráulica del suelo in situ, es concordante al tipo de suelo clasificado, donde mayoritariamente predomina la arena con un porcentaje de finos de que no supera el 14%, en el punto de medición.

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Durante enero de 2025, se tomaron las muestras representativas de suelo con el objetivo de determinar en laboratorio las propiedades índices de los materiales, mediante ensayos de caracterización física y de capacidad de soporte, correspondientes a granulometrías (Norma 8.102.1/LNV 105 MC Vol. 8 2010), Clasificación de Suelos U.S.C.S (ASTM D2487 – 06), Determinación Contenido de humedad (NCh 1515 Of. 79), Proctor Modificado (NCh 1534/2 Of. 79), Densidad de partículas sólidas (NCh 1532 Of. 80), CBR (NCh 1852 Of. 81), Proctor Modificado (NCh 1534/2 Of.1979), Límites de Consistencia (NCh 1517/1 y 2. Of. 1979) y Corte Directo (ASTM D3080/D3080 – M11).

2.2.1. UBICACIÓN DE TOMA DE MUESTRAS PARA ENSAYOS DE LABORATORIO

En la siguiente imagen, se presentan los puntos de extracción de las muestras analizadas en laboratorio.

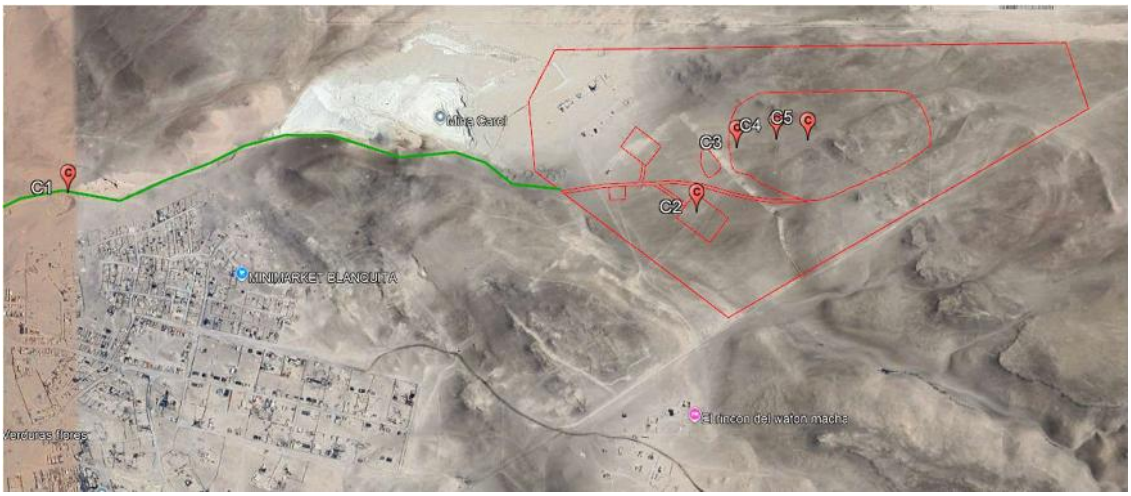


Figura 6. Ubicación calicatas exploratorias donde se obtuvieron muestras para laboratorio

En la tabla siguiente, se presentan las coordenadas UTM de las muestras tomadas y enviadas a laboratorio.

Tabla 9. Coordenadas UTM ubicación toma de muestras desde calicatas exploratorias

CALICATA	ESTE	NORTE
Calicata	Este	Norte
C1	365161,92	7960080,31
C2	367187,07	7960033,35
C3	367315,31	7960239,72
C4	367442,48	7960267,93
C5	367543,62	7960265,01
Datum WGS 84 Huso 19H		

2.2.1.1 Granulometría, límites de consistencia del suelo y humedad natural

Los ensayos de caracterización realizados correspondieron a granulometrías, límites de Atterberg y humedad natural. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 10. Resultados del análisis granulométrico realizado a suelos provenientes de calicatas

Granulometría, % que pasa en peso	C1-M1	C2-M1	C3-M1	C4-M1	C5-M1
mm					
5	100	100	100	100	100
2	98	99	99	99	99
0,5	55	77	89	75	74
0,08	8	19	21	14	20

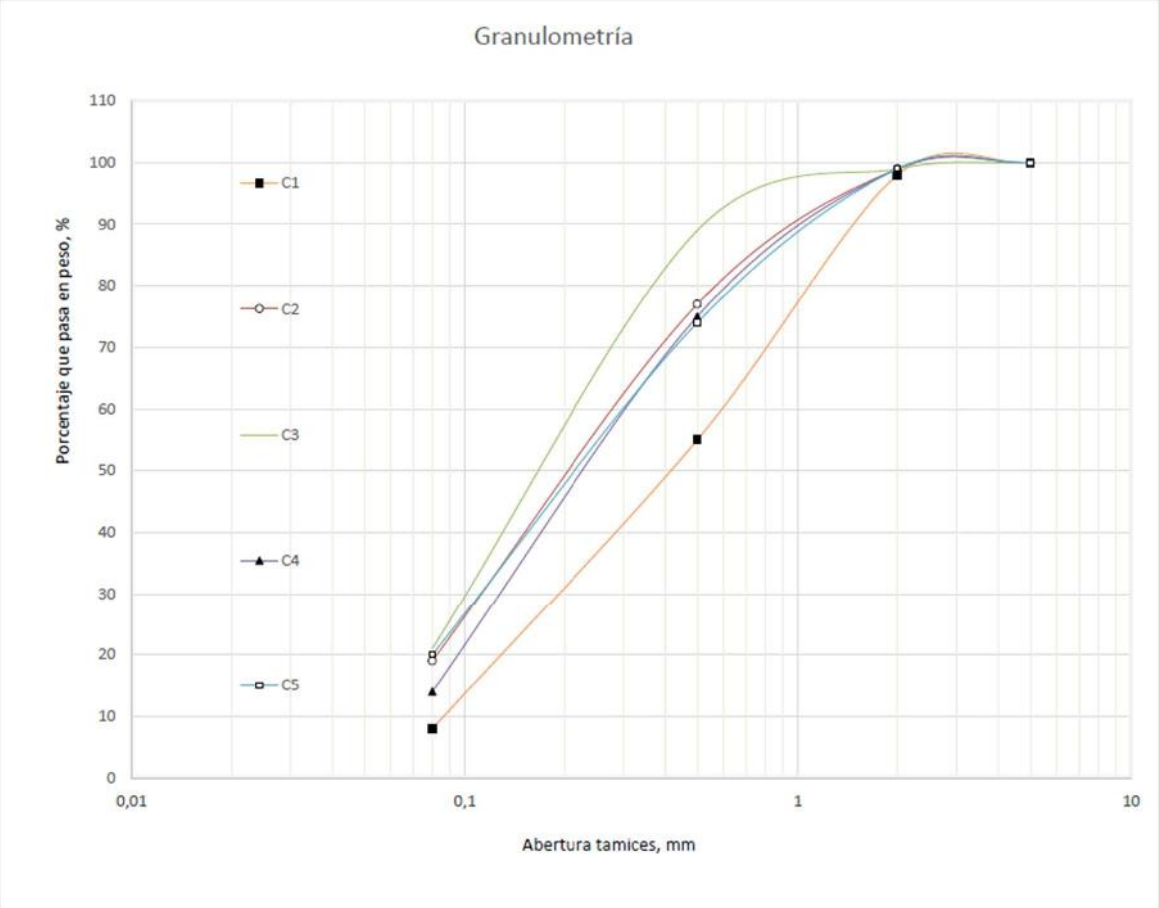


Figura 7. **Distribución Granulométrica a muestras suelo natural extraídas desde calicatas exploratorias**

Tabla 11. **Resultados de límites de consistencia y clasificación de suelos (U.S.C.S. – AASHTO) realizado a suelos provenientes de calicatas**

	Límites de Atterberg %			Clasificación de suelos		
	Límite líquido, acanalador ASTM, método mecánico	Límite plástico	Indice de plasticidad	USCS	AASHTO	IG
C1-M1	NP	NP	NP	SP-SM	A-3	0
C2-M1	NP	NP	NP	SM	A-2-4	0
C3-M1	NP	NP	NP	SM	A-2-4	0
C4-M1	NP	NP	NP	SM	A-2-4	0
C5-M1	NP	NP	NP	SM	A-2-4	0

Tabla 12. Resultados de humedad natural

	Contenido de humedad %				
	C1-M1	C2-M1	C3-M1	C4-M1	C5-M1
Humedad del material	1,1	1,2	1	1,1	0,9

2.2.2. DENSIDAD DE PARTÍCULAS SÓLIDAS DE SUELO

Los ensayos de densidad de partículas sólidas de suelo (NCh. 1532 Of .80) se realizaron a las muestras de suelo tomadas. En la tabla siguiente, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados.

Tabla 13. Densidad de las partículas sólidas

Resultados	Calicatas				
	C1	C2	C3	C4	C5
Densidad de las partículas sólidas (gr/cm^3)	2,632	2,612	2,614	2,610	2,616

2.2.3. PROCTOR MODIFICADO

La densidad seca máxima y la humedad óptima de las muestras extraídas fueron obtenidas en laboratorio mediante el ensayo Proctor Modificado. En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 14. Proctor Modificado a muestras de suelo natural

Resultados	Calicatas
	C4
D.M.C.S (kg/m^3)	1,910
Humedad Optima (%)	9,2

2.2.4. DETERMINACIÓN DE LA RAZÓN DE SOPORTE DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO (CBR)

El ensayo de la razón de soporte de suelos compactados (NCh. 1852 Of .81) se realizó a cuatro de las ocho muestras de suelo extraídas. En la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 15. Razón de Soporte de Suelos Compactados en Laboratorio (CBR)

Resultados	Calicatas
	C4
CBR AL 95% DE LA D.M.C.S. A 0,2" DE PENETRACIÓN (%)	61

2.2.5. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS RESISTENTES COHESIÓN Y ÁNGULO DE FRICCIÓN

Para determinar los parámetros de resistencia al corte efectivos del suelo se les realizó el ensayo de Corte Directo (ASTM D 3080/D3080M –23 "Método de Ensayo Estándar para Corte Directo de Suelo Bajo Condiciones de Drenaje Consolidadas"). En la tabla siguiente, se presentan los resultados obtenidos de los ensayos realizados.

Tabla 16. Resultados ensayo Corte Directo

Calicatas	ϕ (°)	c (kPa)
4	42,6	26,48

2.2.6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio realizadas a las muestras de suelo extraídas en el área de estudio permitieron identificar sus propiedades geotécnicas más relevantes, las cuales son fundamentales para analizar las condiciones del terreno donde se proyecta la fundación y construcción de las futuras instalaciones.

Los resultados de los ensayos de caracterización muestran que el suelo del sector de emplazamiento se clasifica, según el sistema unificado de clasificación de suelos (U.S.C.S.), dentro de las siguientes tipologías:

Tabla 17. Clasificación U.S.C.S. y % de finos

Calicata	Clasificación U.S.C.S.	% de finos
C1	SP-SM	8%
C2	SM	19%
C3	SM	21%
C4	SM	14%
C5	SM	20%

Los gráficos de distribución granulométrica evidencian una buena uniformidad entre las muestras estudiadas, definiendo en cada caso una curva de distribución coherente con el tipo de suelo identificado (SM: arenas limosas y SP-SM: arenas limpias con baja gradación). Las muestras presentan un contenido de finos que varía entre un 8% y un 21%, lo cual concuerda con lo observado durante la prospección realizada en terreno.

Respecto a la densidad de partículas sólidas, los resultados obtenidos muestran valores entre 2,610 y 2,632 g/cm³, lo que indica una composición relativamente uniforme del suelo en el área del proyecto.

Por otro lado, los valores de densidad in situ fueron comparados con los resultados del ensayo Proctor modificado, con el fin de evaluar con mayor precisión el grado de compactación del suelo en su estado natural, en relación con la densidad máxima seca (D.M.C.S.) determinada en laboratorio. A continuación, se presenta en tabla el grado de compactación obtenido para el suelo natural.

Tabla 18. Compactación del suelo natural respecto a la D.M.C.S.

Resultados	Calicatas
	C4
D.C.S (kg/m³)	1,710
D.M.C.S (kg/m³)	1,815
Compactación (%)	61%

El grado de compactación del suelo natural se encuentra por sobre el 60% de la D.M.C.S.

Por su parte, en cuanto a la capacidad de soporte del suelo, obtenida a través del ensayo CBR, entregó el siguiente valor para el uso de suelo, según rango de valores CBR (NCh 1852 Of. 1981), según es posible observar en la siguiente tabla.

Tabla 19. Rango valores CBR (NCh 1852 Of. 1981)

Muestra de Calicata	CBR a 0,2" (%)	CBR Clasificación cualitativa del uso de suelo
C4	61	Buena Sub-rasante

De acuerdo con los resultados obtenidos para la muestra analizada, y según la clasificación basada en el valor de CBR, el material presenta una buena condición para ser utilizado como subrasante. Cabe destacar que las muestras ensayadas corresponden a los sectores donde se proyecta la construcción del camino de acceso y de los caminos operacionales internos.

En cuanto a los parámetros de resistencia obtenidos mediante el ensayo de corte directo, estos se encuentran dentro de los rangos típicos reportados en la literatura para suelos arenoso-limosos, por lo que los valores de cohesión y ángulo de fricción obtenidos resultan consistentes con dichas referencias.

2.3. PROPIEDADES GEOTÉCNICAS DE LA ZONA DE EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO

A continuación, se presentan las propiedades y características geotécnicas del suelo de fundación en el área de emplazamiento del proyecto.

2.3.1. COTAS DE FUNDACIÓN

La profundidad del sello de fundación está determinada por las propiedades de los estratos que conforman el suelo, los cuales deben ser capaces de limitar las deformaciones y soportar adecuadamente las cargas transmitidas por las estructuras. Por esta razón, es fundamental que la fundación se ubique dentro de un estrato con resistencia y compresibilidad adecuadas, con el fin de evitar fallas en la masa del suelo, giros o desplazamientos laterales, así como asentamientos diferenciales que puedan resultar inaceptables para la estabilidad de las obras proyectadas.

Con base en los antecedentes obtenidos en terreno, en particular las estratigrafías realizadas y los ensayos de laboratorio, se recomienda establecer como profundidad mínima del sello de fundación la cota -0,5 m, medida desde la superficie original del terreno. Esta profundidad corresponde al primer estrato identificado en terreno, el cual representa un suelo natural de baja alteración, siempre que no presente materia orgánica, signos de contaminación o materiales sueltos o poco compactados.

En caso de que las condiciones del proyecto requieran fundaciones a mayor profundidad, se deberá alcanzar un estrato con menor grado de alteración, asegurando que el terreno de apoyo sea homogéneo y horizontal. Esta condición debe cumplirse de forma uniforme en todas las fundaciones, ya que la falta de continuidad en estas características podría generar asentamientos diferenciales bajo cargas estáticas o solicitaciones dinámicas, comprometiendo el desempeño estructural a lo largo de la vida útil del proyecto.

2.3.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA DEL SUELO DE FUNDACIÓN

La caracterización y parámetros geotécnicos del suelo de fundación compactado, que servirá de base para el diseño de las fundaciones de las instalaciones, fueron estimados a partir de suelos de similares características (granulometría, propiedades índices y compacidad) y de la información obtenida por los ensayos de reconocimiento y laboratorio. A continuación, se presentan los parámetros geotécnicos estimados para los cálculos que serán realizados para estimar la capacidad de soporte del suelo de fundación compactado, asentamientos esperados y para el diseño de las estructuras de fundación.

Tabla 20. Estimación de parámetros tenso deformacionales correspondiente al suelo de fundación compactado.

Parámetro	Valor
Densidad Natural (γ_t)	1,910 (t/m^3)
Ángulo de fricción (ϕ)	42,6°
Cohesión (c) (ton/m^2)	0,27
Módulo de deformación (*E*)	1.500 x $\sqrt{z}$ (t/m^2) (*)
Módulo de deformación para cargas cíclicas (E_o)	3 x *E* (t/m2)
Coeficiente de Poisson (μ)	0,30
Aceleración efectiva (A_o/g)	0,4

(*) z en metros

2.3.2.1 Capacidad de soporte del suelo de fundación

La capacidad de soporte admisible a la cota -0,50 m correspondiente a la cota mínima del sello de fundación, dependerá de las propiedades tenso deformacionales del suelo y de la geometría de las estructuras de fundación. Para este análisis de fundaciones, se han adoptado las metodologías propuestas por Terzaghi, para fundaciones en suelos con características similares a los estudiados y bajo las restricciones de los asentamientos elásticos permisibles.

Las tensiones máximas admisibles se determinaron de acuerdo con la expresión para fundaciones aisladas y cuadradas:

$$q_{ult} = 1,3 * c * N_c + q_s * N_q + 0,4 * B * \gamma * N_\gamma$$

Donde la tensión admisible es:

$$Q_{adm} = \frac{q_{ult}}{F.S.}$$

Donde:

F.S.	=	Factor de seguridad.
γ	=	Peso unitario del suelo de apoyo.
B	=	Ancho de la fundación.
q_s	=	Profundidad del sello de fundación.
C	=	Cohesión del suelo.
N_γ, N_q, N_c	=	Factores de capacidad de carga.

Para evaluar las tensiones máximas tolerables para un asentamiento total máximo probable "d", se define a través de la expresión:

$$Se = K * q * B * (1 - \mu)/E$$
$$So = 2 * Se$$

Donde:

Se	=	asentamiento en la esquina (cm).
Se	=	asentamiento en el centro (cm).
K	=	Factor de forma.
E	=	Módulo de elasticidad (Kg/cm^2).
μ	=	Coeficiente de Poisson.

Compatibilizando ambos criterios y la experiencia de esta consultora en suelos similares, las tensiones recomendadas son:

Fundaciones del tipo zapata aislada:

Condición estática: $Q_{adm\ estático} = 6,0 + 5,0 * B\ (kg/cm^2)$
Condición sísmica: $Q_{adm\ sísmico} = 8,0 + 7,0 * B\ (kg/cm^2)$

Donde “B” es el ancho de las fundaciones en metros.

Asentamientos elásticos

Los asentamientos elásticos o instantáneos del suelo de fundación se han calculado considerando el subsuelo como un medio elástico, isotrópico y homogéneo, en donde se ha adoptado un coeficiente de Poisson μ=0,30. Los asentamientos estimados para las presiones de contacto antes definidas son y representativas para ambas estructuras son:

Para zapata aislada:

Condición estática: $S_{estático} = 0{,}020*B + 0{,}017*B^2$ (cm)
Condición sísmica: $S_{sísmico} = 0{,}009*B + 0{,}008*B^2$ (cm)

Donde "B" es el ancho de la fundación en metros.

2.3.2.2 Período predominante de vibración del suelo (to)

Conforme con lo planteado en la Norma Nch 433 Of. 2010, de acuerdo con los antecedentes geotécnicos mencionados en este estudio, el suelo de fundación se clasifica como tipo III. El Período Predominante de Vibración que se define a continuación, podrá ser tomado por el Calculista en el desarrollo del diseño estructural.

To = 0,75 seg.

3. RESPONSABLE

El profesional responsable de la elaboración del presente documento ha sido el Ingeniero Cristian Vega Herrera.

Ing. Cristian Vega Herrera
Rut: 13.227.439 – 8

ANEXO 01 CERTIFICADOS DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO OFICIAL N°51.831 -TC

Resolución Exenta N°1693 (V.y U.) de 10 Abril del 2024

Correlativo obra N° : 01

S.S. N° : 16.173 M.G. N° : 6.838 Código de Obra N°: 3.999 Arica, 12 de marzo de 2025

1.0 ANTECEDENTES DEL SOLICITANTE Y DE LA OBRA

SOLICITANTE	:	Esparza y Vega Ingenieros Limitada.
DIRECCIÓN	:	Agua Santa N°1400 T4 D403, Viña del Mar.
OBRA	:	Estudio de Suelos Cerro Chuño
UBICACIÓN	:	Sector Cerro Chuño, Arica.
PROPIETARIO	:	Esparza y Vega Ingenieros Limitada.
CONTRATISTA	:	Esparza y Vega Ingenieros Limitada.
DESTINATARIO	:	Cristilán Vega.

2.0 SERVICIOS SOLICITADOS

Muestreo de material con la identificación que se indica para la ejecución de ensayos que se informan.

3.0 ANTECEDENTES DE LAS MUESTRAS

Calicata N°	Muestra N°	Muestra tomada entre profundidades m	Lugar de muestreo	Latitud	Longitud	Profundidad total de calicata m
C1	1	0,2 a 0,3	Acopio costado calicata 1.	18°26´42.8"S	70°16´36.7"O	1,5
C2	1	0,8 a 1,0	Acopio costado calicata 2.	18°26´44.79"S	70°15´27.7"O	1,5
C3	1	0,8 a 1,0	Acopio costado calicata 3.	18°26´38.1"S	70°15´23.28"O	1,5
C4	1	0,2 a 0,3	Acopio costado calicata 4.	18°26´37.21"S	70°15´18.94"O	1,5
C5	1	1,3 a 1,5	Acopio costado calicata 5.	18°26´37.33"S	70°15´15.49"O	1,5

Muestras tomada por : Rodrigo Aguirre C. - Testcontrol.

Fecha de muestreo : 28.01.2025 15:00h a 18:00h

Fecha de ingreso a laboratorio : 28.01.2025

4.0 UBICACIÓN DEL SECTOR EXPLORADO



Foto aérea N°1. Referencia geográfica de sector explorado.



Foto aérea N°2. Sector explorado, al este de Cerro Chuño, vías públicas cercanas Avda. C. Ávalos y camino a vertedero municipal.

5.0 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

5.1 Granulometría, % que pasa en peso

mm	ASTM	C1-M1	C2-M1	C3-M1	C4-M1	C5-M1
5	Nº 4	100	100	100	100	100
2	Nº 10	98	99	99	99	99
0,5	Nº 40	55	77	89	75	74
0,08	Nº 200	8	19	21	14	20

5.2 Contenido de humedad %

Humedad del material	1,1	1,2	1,0	1,1	0,9

5.3 Densidad de partículas sólidas g/cm^3

Material > ASTM Nº4	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Material < ASTM N°4	2,632	2,612	2,614	2,610	2,616
Densidad ponderada	2,632	2,612	2,614	2,610	2,616

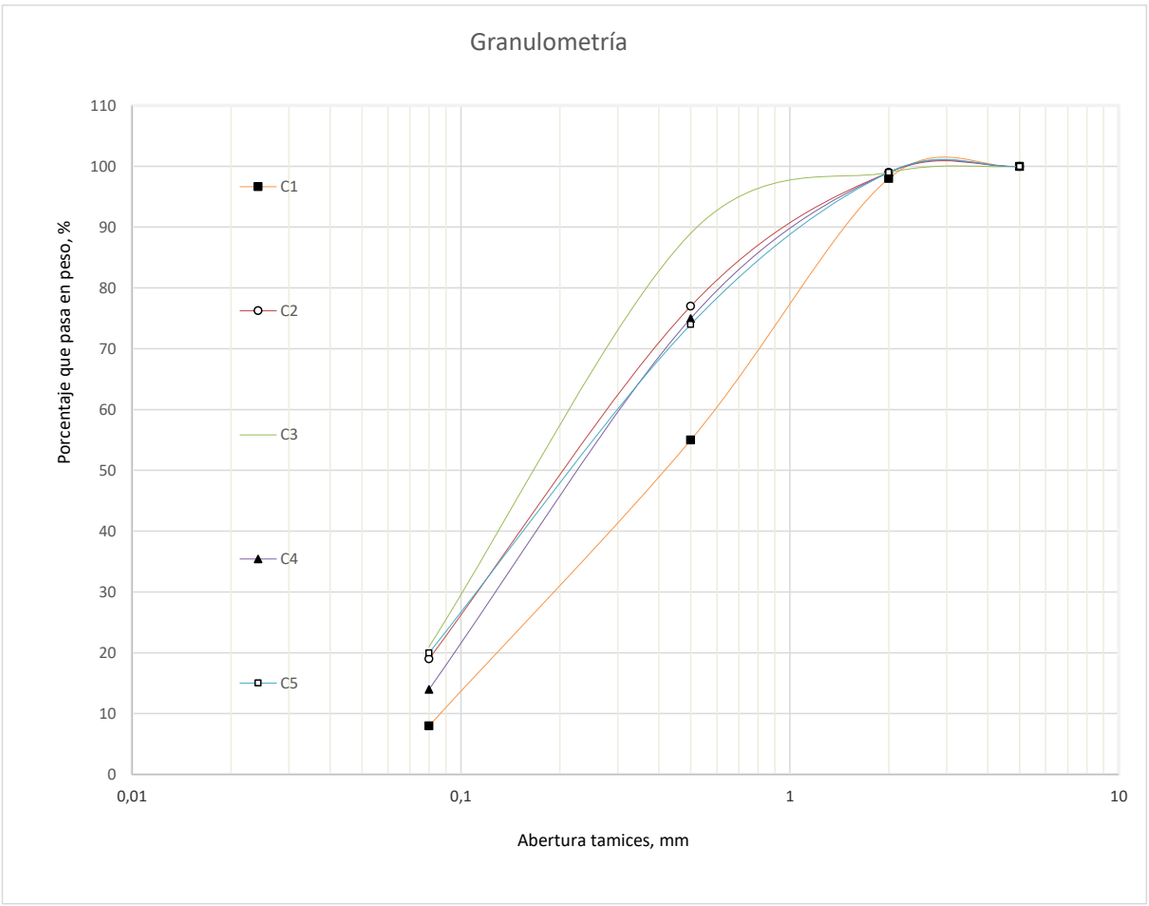
5.4 Límites de Atterberg %

Límite líquido, acanalador ASTM, método mecánico	NP	NP	NP	NP	NP
Límite plástico	NP	NP	NP	NP	NP
Indice de plasticidad	NP	NP	NP	NP	NP

5.5 Clasificación de suelos (*)

USCS	SP-SM	SM	SM	SM	SM
AASHTO	A-3	A-2-4	A-2-4	A-2-4	A-2-4
IG	0	0	0	0	0

5.6 Gráfico distribución granulométrica



6.0 RAZÓN DE SOPORTE CALIFORNIA

6.1 Densidades máximas y mínima g/cm³ — C1-M1

Descripción general	Arena con algo de fino
Densidad mínima	**1,469**
Densidad máxima seca método seco	**1,704**
Densidad máxima seca método húmedo	**1,755**

Condiciones de ensayo

Vibración vertical de doble amplitud	0,48 mm ± 0,08 mm
Frecuencia vertical	50 Hz
Volumen molde cm³	2.841
Volumen nominal molde cm³	2.830

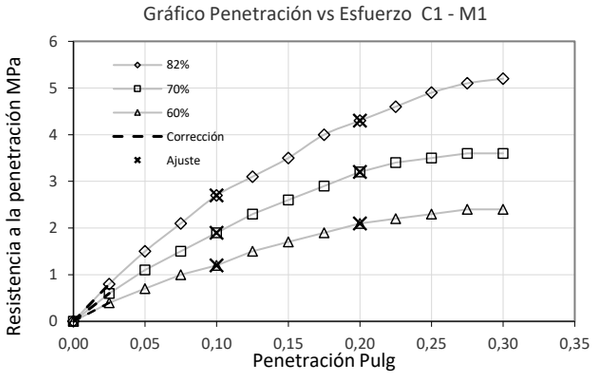
Métodos empleados:

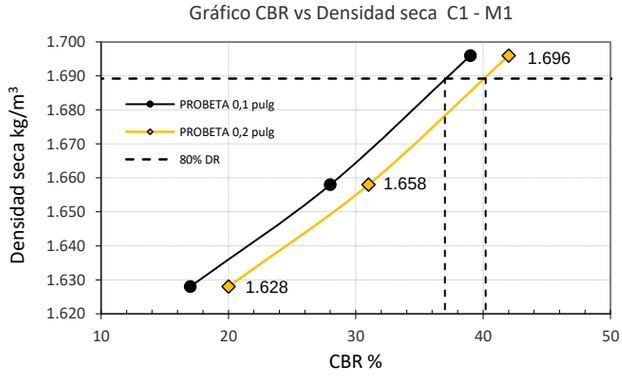
D. Mínima: Método A: ASTM D4254-00 (2016)
D. Máxima seca: Método 2A: ASTM D4253-00 (2016) (masa seca vibración vertical excéntrica)
D. Máxima húmeda: Método 2B: ASTM D4253-00 (2016) (masa húmeda vibración vertical excéntrica)

6.2 Razón de soporte California. Ensayo C.B.R. — C1-M1

Método compactación probetas	MC 8.102.11-2021 - Método húmedo
Equipo empleado para compactar probetas	Mesa vibradora
Acondicionamiento de la muestra	Sin inmersión
80% densidad relativa DR g/cm³	1,689

Densidad, humedad y sobrecarga empleadas	**Probetas densidad relativa**		
	60%	**70%**	**82%**
Densidad compactada seca g/cm³	1,628	1,658	1,696
Humedad después de ensayo %	9,6	9,7	9,7
Sobrecarga g	4.543	4.550	4.554
Resultados ensayo CBR %			
Penetración 0,1"	17	28	39
Interpolado DR=80%		**37**	
Penetración 0,2"	20	31	42
Interpolado DR=80%		**40**	

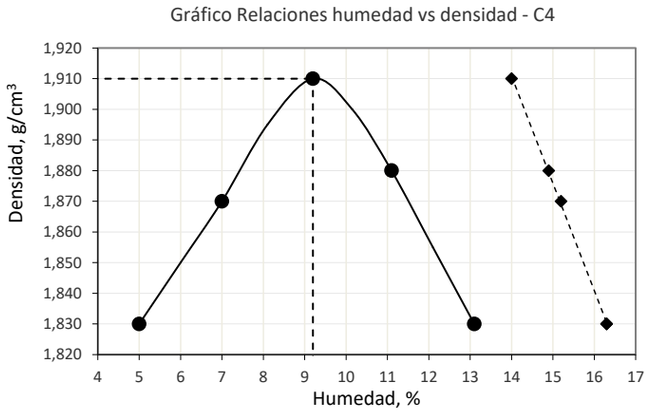




Ver Observación Técnica N°3: Ensayo CBR suelo sin o escasa cohesión

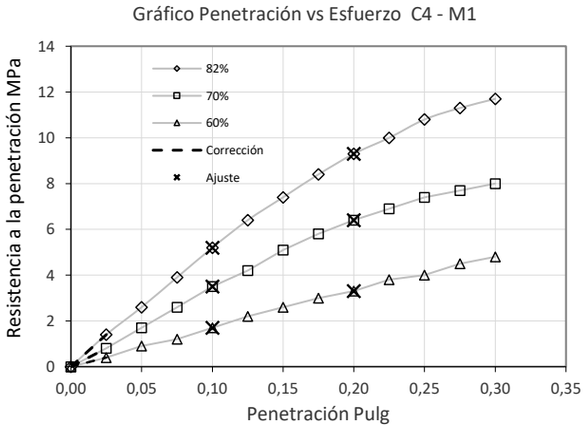
6.3 Relaciones humedad / densidad. Ensayo Próctor modificado. **C4-M1**

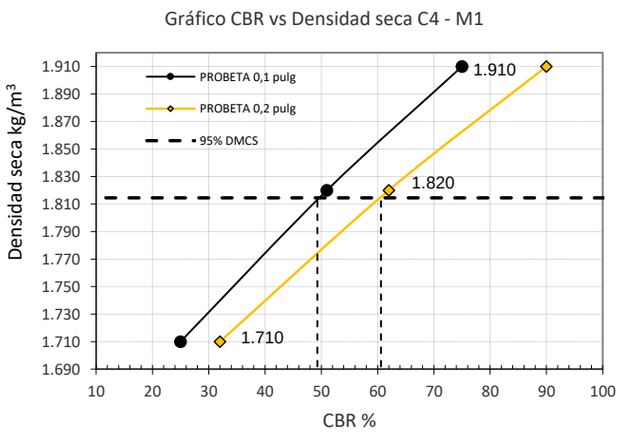
Densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) g/cm^3	**1,910**
Humedad óptima %	**9,2**
Método de ensayo	Modificado: C
Material retenido en criba de 20 mm % peso	0



6.4 Razón de soporte. Ensayo C.B.R. **C4-M1**

Método compactación probetas	NCh1534/2.Of1979		
Equipo empleado para compactar probetas	Pisón compactador		
Acondicionamiento de la muestra	Sin inmersión		
95% DMCS kg/cm^3	1,815		
Densidad, humedad y sobrecarga empleadas	**Probetas N°de golpes**		
	10	**25**	**56**
Densidad compactada seca g/cm^3	1,710	1,820	1,910
Humedad antes de compactación %	9,2	9,2	9,2
Humedad después de ensayo %	9,3	9,2	9,2
Sobrecarga g	4.545	4.540	4.542
Resultados ensayo CBR %			
Penetración 0,1"	25	51	75
Interpolado 95% D.M.C.S		**49**	
Penetración 0,2"	32	62	90
Interpolado 95% D.M.C.S		**61**	





7.0 CORTE DIRECTO CALICATA 4 MUESTRA 1

Se confeccionan probetas de ensayo compactadas al 95% de DMCS obtenida de ensayo Relaciones humedad / densidad. El ensayo solicitado consta de dos fases:

1 - Fase de carga con presiones verticales de 0,5 kg/cm^2, 1,0 kg/cm^2 y 2,0 kg/cm^2

2 - Fase de corte.

Resultado ensayo relaciones humedad / densidad (ensayo Proctor modificado)		
Densidad máxima compactada seca	g/cm³	1,910
Humedad óptima	%	9,2
95% DMCS	g/cm³	1,815

	Ángulo fricción interna	Cohesión, kg/cm^2
Resistencia máxima	42,6 °	0,27
Resistencia residual	36,1 °	0,03

Datos del ensayo y de las probetas		**PROBETA 1**	**PROBETA 2**	**PROBETA 3**
Tipo de probeta		Compactada	Compactada	Compactada
Área probeta	cm²	36	36	36
Altura probeta	mm	20,7	20,7	20,7
Densidad húmeda inicial	g/cm³	1,961	1,961	1,962
Densidad húmeda después de la carga	g/cm³	1,966	1,969	1,967
Densidad seca inicial	g/cm³	1,796	1,797	1,798
Humedad inicial	%	9,2	9,2	9,1
Humedad final	%	9,1	9,2	9,0
Tensión normal	kg/cm²	0,5	1,0	2,0
Tensión de corte máxima	kg/cm²	0,62	1,40	2,03
Tensión de corte residual	kg/cm²	0,40	0,79	1,47
Índice de vacíos después de compactación	%	45,4	45,3	45,1
Índice de vacíos después de carga	%	45,0	44,7	44,9
Grado de saturación después de compactación	%	53,0	52,8	52,6
Grado de saturación después de carga	%	53,5	53,4	52,9
Velocidad de corte	mm/min	0,03	0,03	0,03

Gráficos Ensayo Corte Directo

GRÁFICO N°1: ENVOLVENTE DE RUPTURA

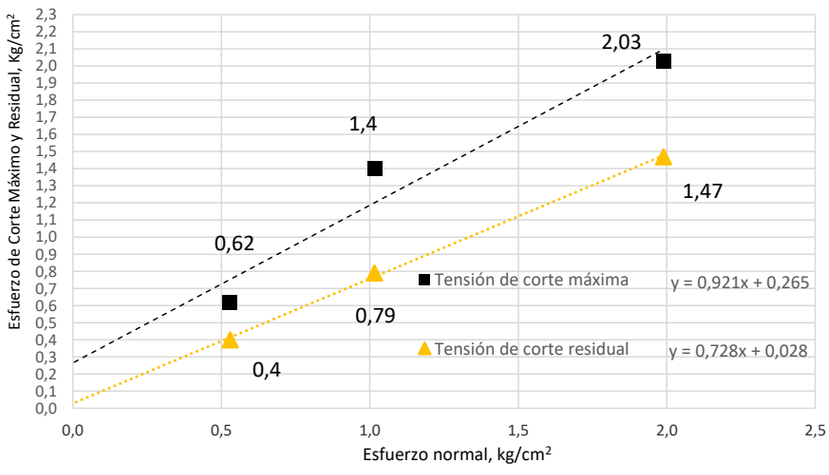


GRÁFICO N°2: RESISTENCIA AL CORTE

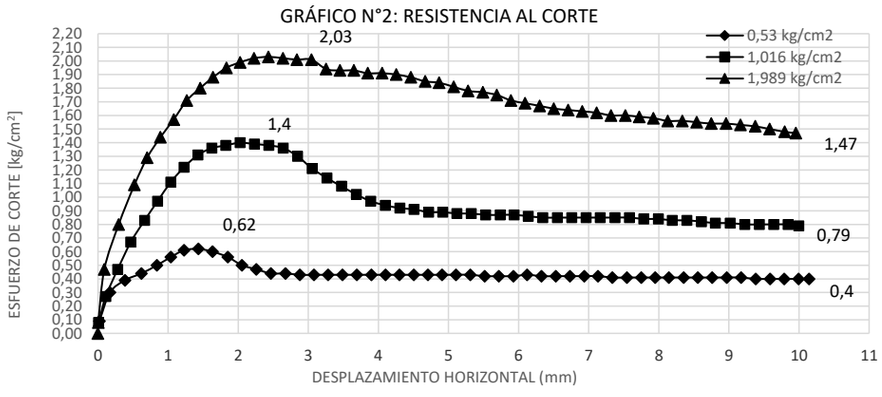


GRÁFICO N°3 DEFORMACIÓN VERTICAL

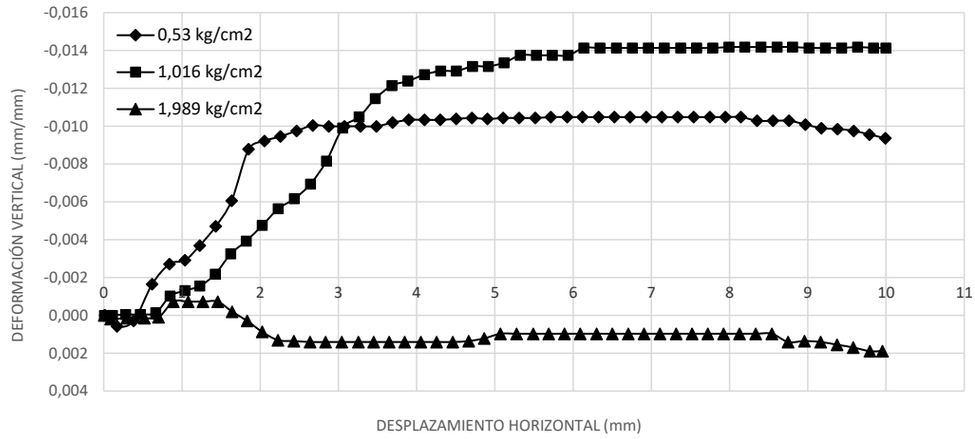
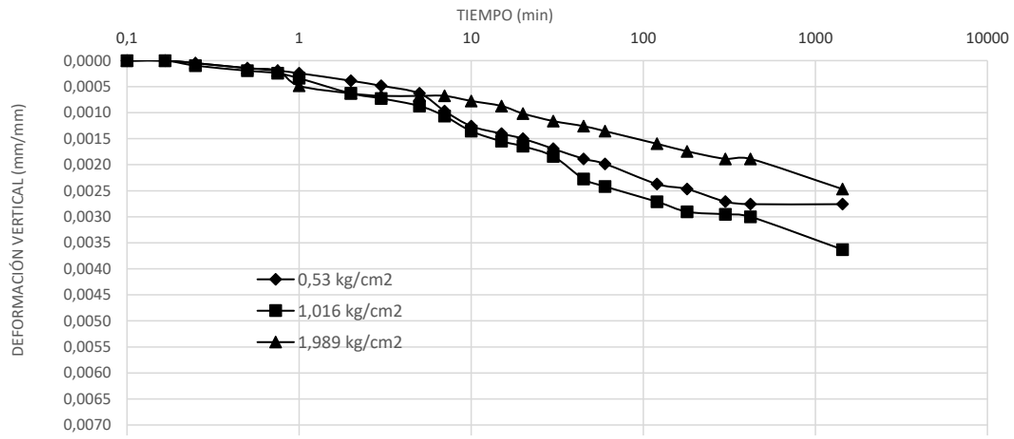


GRÁFICO N°4: FASE DE CARGA



Registros de datos 3 series de ensayos. Muestra 1 Calicata 4.

Esfuerzo normal 0,5 kg/cm²			Esfuerzo normal 1,0 kg/cm²			Esfuerzo normal 2,0 kg/cm²		
Desplazamiento Horizontal mm	Deformación vertical mm/mm	Resistencia al corte (kg/cm²)	Desplazamiento Horizontal mm	Deformación vertical m/mm	Resistencia al corte (kg/cm²)	Desplazamiento Horizontal mm	Deformación vertical mm/mm	Resistencia al corte (kg/cm²)
0,0	0,000	0,09	0,0	0,000	0,08	0,0	0,000	0,08
0,2	0,001	0,30	0,1	0,000	0,27	0,1	0,000	0,47
0,4	0,000	0,39	0,3	0,000	0,47	0,3	0,000	0,80
0,6	-0,002	0,44	0,5	0,000	0,67	0,5	0,000	1,09
0,8	-0,003	0,50	0,7	0,000	0,83	0,7	0,000	1,29
1,0	-0,003	0,56	0,9	-0,001	0,97	0,9	-0,001	1,44
1,2	-0,004	0,61	1,0	-0,001	1,11	1,1	-0,001	1,57
1,4	-0,005	0,62	1,2	-0,002	1,22	1,3	-0,001	1,71
1,6	-0,006	0,60	1,4	-0,002	1,31	1,5	-0,001	1,80
1,9	-0,009	0,56	1,6	-0,003	1,36	1,6	0,000	1,88
2,1	-0,009	0,50	1,8	-0,004	1,38	1,8	0,000	1,95
2,3	-0,009	0,47	2,0	-0,005	1,40	2,0	0,001	1,99
2,5	-0,010	0,44	2,2	-0,006	1,39	2,2	0,001	2,02
2,7	-0,010	0,44	2,4	-0,006	1,38	2,4	0,001	2,03
2,9	-0,010	0,43	2,6	-0,007	1,36	2,6	0,001	2,02
3,1	-0,010	0,43	2,8	-0,008	1,30	2,8	0,001	2,01
3,3	-0,010	0,43	3,1	-0,010	1,21	3,0	0,001	2,01
3,5	-0,010	0,43	3,3	-0,010	1,14	3,3	0,001	1,94
3,7	-0,010	0,43	3,5	-0,011	1,08	3,5	0,001	1,93
3,9	-0,010	0,43	3,7	-0,012	1,02	3,7	0,001	1,93
4,1	-0,010	0,43	3,9	-0,012	0,97	3,8	0,001	1,91
4,3	-0,010	0,43	4,1	-0,013	0,94	4,1	0,001	1,91
4,5	-0,010	0,43	4,3	-0,013	0,92	4,3	0,001	1,90
4,7	-0,010	0,43	4,5	-0,013	0,91	4,5	0,001	1,88
4,9	-0,010	0,43	4,7	-0,013	0,89	4,7	0,001	1,85
5,1	-0,010	0,43	4,9	-0,013	0,89	4,9	0,001	1,84
5,3	-0,010	0,43	5,1	-0,013	0,88	5,1	0,001	1,81
5,5	-0,010	0,42	5,3	-0,014	0,88	5,3	0,001	1,78
5,7	-0,010	0,42	5,5	-0,014	0,87	5,5	0,001	1,77
5,9	-0,010	0,42	5,7	-0,014	0,87	5,7	0,001	1,75
6,1	-0,010	0,43	5,9	-0,014	0,87	5,9	0,001	1,71
6,3	-0,010	0,42	6,1	-0,014	0,86	6,1	0,001	1,69
6,5	-0,010	0,42	6,3	-0,014	0,85	6,3	0,001	1,67
6,7	-0,010	0,42	6,6	-0,014	0,85	6,5	0,001	1,65
6,9	-0,010	0,42	6,8	-0,014	0,85	6,7	0,001	1,64
7,1	-0,010	0,42	7,0	-0,014	0,85	6,9	0,001	1,63
7,3	-0,010	0,41	7,2	-0,014	0,85	7,1	0,001	1,62
7,5	-0,010	0,41	7,4	-0,014	0,85	7,3	0,001	1,60
7,7	-0,010	0,41	7,6	-0,014	0,85	7,5	0,001	1,60
7,9	-0,010	0,41	7,8	-0,014	0,84	7,7	0,001	1,59
8,1	-0,010	0,41	8,0	-0,014	0,84	7,9	0,001	1,58
8,4	-0,010	0,41	8,2	-0,014	0,83	8,1	0,001	1,56
8,6	-0,010	0,41	8,4	-0,014	0,83	8,3	0,001	1,56
8,8	-0,010	0,41	8,6	-0,014	0,82	8,5	0,001	1,55
9,0	-0,010	0,41	8,8	-0,014	0,81	8,7	0,001	1,54
9,2	-0,010	0,41	9,0	-0,014	0,81	9,0	0,001	1,54
9,4	-0,010	0,40	9,2	-0,014	0,80	9,2	0,001	1,53
9,6	-0,010	0,40	9,4	-0,014	0,80	9,4	0,002	1,52
9,8	-0,010	0,40	9,6	-0,014	0,80	9,6	0,002	1,50
10,0	-0,009	0,40	9,8	-0,014	0,80	9,8	0,002	1,48
10,1	-0,009	0,40	10,0	-0,014	0,79	10,0	0,002	1,47

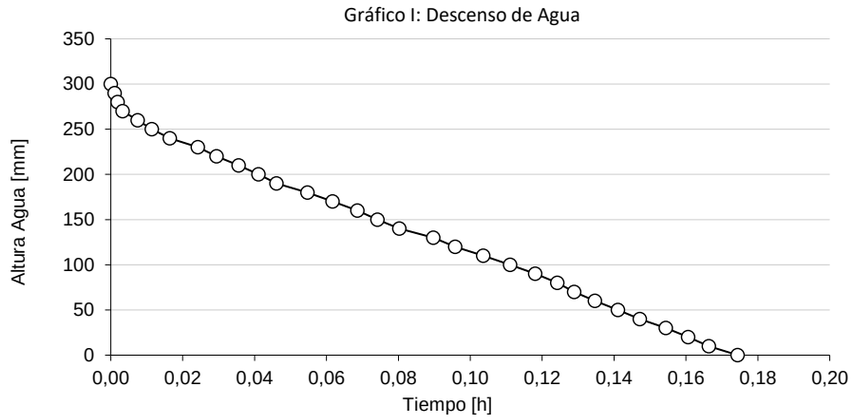
8.0 ENSAYOS EN TERRRENO

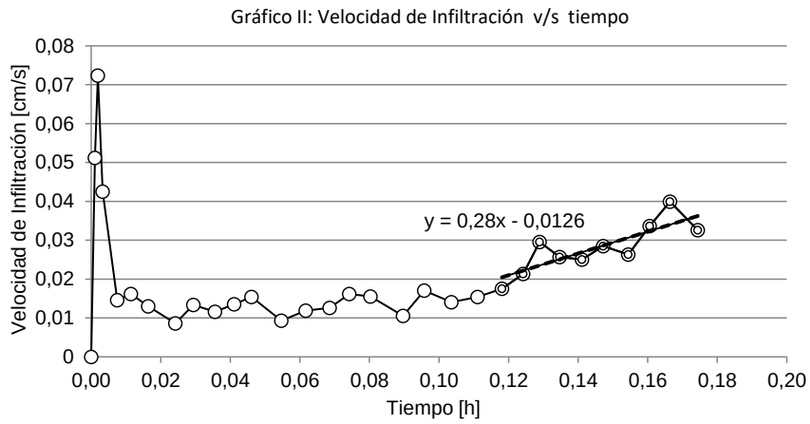
8.1 Determinación de la permeabilidad en terreno. Ensayo Porchet (*)

Ubicación:	:	Costado Calicata N°4.
Cota ensayo	:	0,0 a 0,3
Excavación	:	Cilíndrica Ø 30 cm, profundidad 30 cm.
Volumen de excavación	:	21,2 L
Tiempo filtraciíon	:	0 h: 10 min: 28 s.

Lectura	Nivel descenso	Hora de registro	Tiempo acumulado		2h+R	Infiltración	Infiltración
Nº	mm	h:m:s	s	h	mm	mm/h	cm/s
0	300	0:00:00	0	0,0000	750	-----	-----
1	290	0:00:04	4	0,0011	730	1843	0,0512
2	280	0:00:07	7	0,0019	710	2604	0,0723
3	270	0:00:12	12	0,0033	690	1531	0,0425
4	260	0:00:27	27	0,0075	670	525	0,0146
5	250	0:00:41	41	0,0114	650	583	0,0162
6	240	0:00:59	59	0,0164	630	469	0,0130
7	230	0:01:27	87	0,0242	610	310	0,0086
8	220	0:01:46	106	0,0294	590	481	0,0134
9	210	0:02:08	128	0,0356	570	417	0,0116
10	200	0:02:28	148	0,0411	550	487	0,0135
11	190	0:02:46	166	0,0461	530	556	0,0154
12	180	0:03:17	197	0,0547	510	335	0,0093
13	170	0:03:42	222	0,0617	490	429	0,0119
14	160	0:04:07	247	0,0686	470	453	0,0126
15	150	0:04:27	267	0,0742	450	582	0,0162
16	140	0:04:49	289	0,0803	430	559	0,0155
17	130	0:05:23	323	0,0897	410	380	0,0106
18	120	0:05:45	345	0,0958	390	615	0,0171
19	110	0:06:13	373	0,1036	370	506	0,0141
20	100	0:06:40	400	0,1111	350	556	0,0154
21	90	0:07:05	425	0,1181	330	630	0,0175
22	80	0:07:27	447	0,1242	310	769	0,0214
23	70	0:07:44	464	0,1289	290	1064	0,0296
24	60	0:08:05	485	0,1347	270	924	0,0257
25	50	0:08:28	508	0,1411	250	902	0,0251
26	40	0:08:50	530	0,1472	230	1025	0,0285
27	30	0:09:16	556	0,1544	210	948	0,0263
28	20	0:09:38	578	0,1606	190	1211	0,0336
29	10	0:09:59	599	0,1664	170	1438	0,0400
30	0	0:10:28	628	0,1744	150	1173	0,0326

Gráficos Ensayo Porchet





Nota: La infiltración después de transcurridos ≈0,075 h (27 s) de iniciado el ensayos y hasta ≈ 0,12 h (425 s) presenta una velocidad de infiltación aprox. constante, con valores entre 0,01 a 0,02 cm/s. A continuación se observa con una tendencia de incremento de su velocidad con un valor promedio de ≈0,28 cm/s/h.

9.0 FECHA Y LUGAR DE ENSAYOS	Fecha inicio	Fecha término	Ensayado por
- Infiltración Porchet	28.01.2025	28.01.2025	R.A.C.
- Granulometría y humedad	10.02.2025	12.02.2025	P.T.R.
- Límite líquido, límite plástico e I.P.	10.02.2025	12.02.2025	P.T.R.
- Clasificación de suelos (USCS - AASHTO)	12.02.2025	12.02.2025	P.T.R.
- Densidad de partículas sólidas	12.02.2025	14.02.2025	P.T.R.
- Densidades máxima y mínima	17.02.2025	19.02.2025	P.T.R.
- Relaciones humedad/densidad. Ensayo Proctor modificado	19.02.2025	21.02.2025	P.T.R.
- Razón de soporte California	26.02.2025	28.02.2025	P.T.R.
- Corte Directo	26.02.2025	03.03.2025	P.T.R.

Ensayos ejecutados en Laboratorio Testcontrol Ltda., Arica.

10.0 NORMAS O MÉTODOS DE REFERENCIA

- 8.102.1 (MC-V8, Junio 2022). Suelos Método para determinar la granulometría.
- NCh 1515.Of1979 Mecánica de suelos - Determinación de la humedad.
- NCh1517/1.Of1979 Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 1: Determinación del límite líquido.
- NCh1517/2.Of1979 Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 2: Determinación del límite plástico.
- ASTM D2487-93 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- (AASHTO M 145) American Associattion of State Highway Officials
- NCh1532.Of1980 Mecánica de suelos - Determinación de la densidad de partículas sólidas.
- 8.202.14 (MC-V8, Diciembre 2003). Agregados pétreos: Método para determinar sales solubles.
- NCh1534/2.Of1979 Mecánica de suelos - Relaciones humedad/densidad - Parte 2: Métodos de compactación con pisón de 4,5 kg y 460 mm de caída.
- NCh1852.Of1981 Mecánica de suelos- Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio.
- NCh1516.Of1979. Suelos: Densidad en terreno método cono de arena.
- ASTM D 4253-16 Standard Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table.
- ASTM D 4254-16 Standard Test Method for Minimum Index Density and Unit Weight of Soils and Calculation of Relative Density.
- 8.102.8 (MC-V8, Diciembre 2013) Suelos: Método para determinar la densidad relativa en suelos no cohesivos.
- (*) ASTM D 3080-11. Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions.

11.0 OBSERVACIONES TÉCNICAS

1) Según instruye NCh-ISO/IEC 17025:2017, numeral 7.8.2.1 l), "los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo, calibración o muestreo."

2) Ensayos marcados con "*" no se incluyen en alcance de acreditaciones indicadas: Clasificación de suelos, ensayo Porchet, corte directo, compactación vibrada de muestras CBR y muestreo de suelos (no se ha emitido norma chilena para guiar esta actividad).

   Muestra M1 de Calicata 1. Procedimiento empleado para la compactación de probetas CBR no se encuentra incluido en alcance de acreditaciones indicadas. Se empleó norma de Manual de Carreteras 8.102.11 - junio 2021. Suelos: Método de Ensaye CBR (razón de soporte California).

   a) El material analizado no presenta características cohesivas, por lo tanto, no es aplicable la preparación de probetas CBR según lo indica NCh 1852.Of81 Mecánica de Suelos- Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio, que instruye compactar mediante procedimiento establecido por NCh 1534/2 Of.79 Mecánica de suelos Relaciones Humedad / densidad. Parte 2: Métodos de compactación con pisón de 4,5 kg y 460 mm de caída.
   b) Resumen procedimiento descrito en Manual de Carreteras para compactación de probetas CBR de suelos no cohesivos: Se compactaron mediante mesa vibradora, en moldes CBR, las masas necesarias para obtener: 82%; 70% y 60% de densidad relativa. Cada molde CBR se compactó incorporando la masa total dividida en 5 porciones iguales. Cada porción se vibró hasta alcanzar un quinto de altura interior de molde. La penetración de cada molde - probeta se ejecutó según NCh1852.Of 81.

3) Confección de calicatas ejecutadas por solicitante. Plan de ensayos definidos por solicitante.

12.0 OBSERVACIONES GENERALES

1) No se debe reproducir el presente informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita de Testcontrol Ltda.
2) Antecedentes de obra y muestra proporcionados por solicitante.
3) (*) Ensayos, mediciones, procedimientos o determinaciones no se encuentran en el alcance de las acreditaciones indicadas.
4) Los informes de ensayo se expiden con firma manuscrita o electrónica avanzada conforme al Ordinario MINVU N°150 del 08 de noviembre de 2007.
5) N.A.: No aplicable; N.S.: No solicitado; N.D.: No declarado; N.P.: No plástico.
6) Informe digitado por: Patricio Toro R.
7) Revisado por: Fernando Fuentealba G.

ANEXO 02 FICHAS CALICATAS EXPLORATIVAS

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si	X	No	
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si	X	No	

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	365161.92 m E
Denominación :	C1	Norte:	7960080.31 m S
Profundidad :	1,50 m	Zona:	19 K

CALICATA : 1

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si	X	No	
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si	X	No	

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 – 1,50	1,50	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 1,50 m.
2	1,50 – Indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

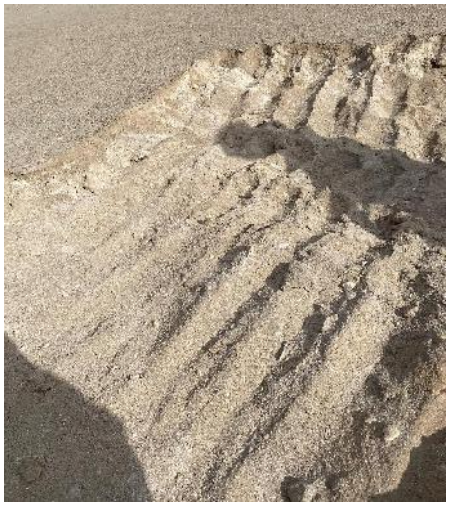
Observaciones:

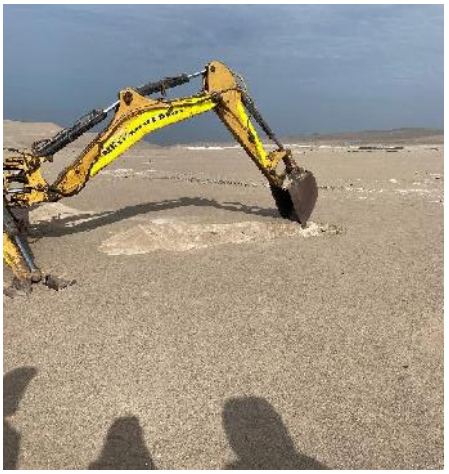
-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367187.07 m E
Denominación :	C2	Norte:	7960033.35 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 2

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – Indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367315.31 m E
Denominación :	C3	Norte:	7960239.72 m S
Profundidad :	1,15 m	Zona:	19 K

CALICATA : 3

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 1,15	1,15	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 1,15 m.
2	1,15 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si	X	No	
-	Porchet	Si	X	No	
-	Corte Directo	Si	X	No	
-	Proctor	Si	X	No	

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367442.48 m E
Denominación :	C4	Norte:	7960267.93 m S
Profundidad :	1,05 m	Zona:	19 K

CALICATA : 4

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si	X	No	
-	Porchet	Si	X	No	
-	Corte Directo	Si	X	No	
-	Proctor	Si	X	No	

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 1,05	1,05	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 85% arena y 15% finos. Espesor 1,05 m.
2	1,05 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUO	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367543.62 m E
Denominación :	C5	Norte:	7960265.01 m S
Profundidad :	0,10 m	Zona:	19 K

CALICATA : 5

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUO	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si	X	No	
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,10	0,10	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
2	0,10 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367666.66 m E
Denominación :	C6	Norte:	7960255.38 m S
Profundidad :	0,15 m	Zona:	19 K

CALICATA : 6

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,15	0,15	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,15 m.
2	0,15 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367719.85 m E
Denominación :	C7	Norte:	7960234.82 m S
Profundidad :	0,10 m	Zona:	19 K

CALICATA : 7

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,10	0,10	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,10 m.
2	0,10 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367844.46 m E
Denominación :	C8	Norte:	7960239.08 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 8

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 75% arena y 25% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367538.00 m E
Denominación :	C9	Norte:	7960326.00 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 9

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367715.11 m E
Denominación :	C10	Norte:	7960347.97 m S
Profundidad :	2,10 m	Zona:	19 K

CALICATA : 10

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 2,10	2,10	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 2,10 m.
2	2,10 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Informe de Calicatas	11/22

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367832.26 m E
Denominación :	C11	Norte:	7960329.73 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 11

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 60% arena y 40% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367967.95 m E
Denominación :	C12	Norte:	7960347.80 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 12

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367427.61 m E
Denominación :	C13	Norte:	7960385.73 m S
Profundidad :	0,10 m	Zona:	19 K

CALICATA : 13

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,10	0,10	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
2	0,10 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367645.16 m E
Denominación :	C14	Norte:	7960389.39 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 14

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

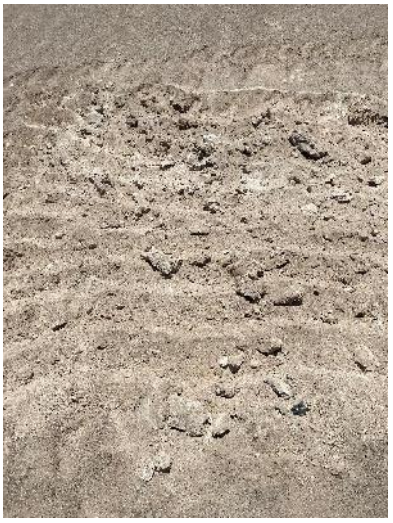
-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367719.18 m E
Denominación :	C15	Norte:	7960403.29 m S
Profundidad :	0,10 m	Zona:	19 K

CALICATA : 15

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,10	0,10	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
2	0,10 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367793.19 m E
Denominación :	C16	Norte:	7960416.63 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 16

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367798.09 m E
Denominación :	C17	Norte:	7960384.34 m S
Profundidad :	1,45 m	Zona:	19 K

CALICATA : 17

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 1,45	1,45	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 1,45 m.
2	1,45 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367940.57 m E
Denominación :	C18	Norte:	7960429.89 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 18

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367434.00 m E
Denominación :	C19	Norte:	7960156.00 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 19

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367510.50 m E
Denominación :	C20	Norte:	7960190.12 m S
Profundidad :	0,10 m	Zona:	19 K

CALICATA : 20

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,10	0,10	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,10 m.
2	0,10 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Informe de Calicatas	21/22

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367563.04 m E
Denominación :	C21	Norte:	7960118.73 m S
Profundidad :	0,20 m	Zona:	19 K

CALICATA : 21

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,20	0,20	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 70% arena y 30% finos. Espesor 0,20 m.
2	0,20 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

IDENTIFICACION		**COORDENADAS**	
Fecha Prospección :	28-01-2025	Este :	367633.07 m E
Denominación :	C22	Norte:	7960139.38 m S
Profundidad :	0,18 m	Zona:	19 K

CALICATA : 22

Fotografías









Viña del Mar, 30 de enero 2025

INFORME DE CALICATAS

Proyecto :	CENTRO DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE RESIDUOS	ESPARZA & VEGA INGENIEROS LIMITADA
Ubicación :	Sector el Chuño	
Región :	ARICA Y PARINOCATA	

Realizada por: Cristian Vega – Moira Rodríguez – Antonia Pareja
Supervisada por : Cristian Vega

Observaciones:

-	Muestra de suelos	Si		No	X
-	CBR	Si		No	X
-	Porchet	Si		No	X
-	Corte Directo	Si		No	X
-	Proctor	Si		No	X

Estratigrafía			
Estrato	**Cota (m)**	**Espesor (m)**	**Descripción**
1	0,00 - 0,18	0,18	Correspondiente al primer estrato desde la cota de terreno, tipo arena limosa, de color café claro, encontrándose en estado seco sin olor, con cementación débil, resistencia seca de carácter baja, dilatancia rápida de baja plasticidad, con una estructura homogénea y consistencia suave. Tamaño máximo partículas #4, sin presencia de sobretamaños, con una composición granulométrica de 0% grava, 80% arena y 20% finos. Espesor 0,18 m.
2	0,18 – indefinido	Indefinido	Correspondiente a un estrato muy duro que fue imposible traspasarlo con maquinaria. Este tipo de conglomerado se le denomina Caliche, que es un suelo típico en el norte de Chile y se refiere a depósitos de sales de nitrato.

ANEXO 03 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

CENTRO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS ARICA

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Documento Preparado por:

Esparza & Vega
Ingenieros Consultores

Analytica
Chañar

Mayo 2025

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
1.1. EXCAVACIONES 1
1.2. CAMINOS 1
1.2.1. MATERIALES 1
1.3. FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES 4
1.3.1. TERRAPLENES 4
1.3.2. FUNDACIÓN EN TERRENOS INCLINADOS Y TRANSICIONES DE CORTE A TERRAPLÉN Y VICEVERSA 5
1.3.3. FUNDACIÓN EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA 6
1.3.4. FUNDACIÓN SOBRE SUPERFICIE ROCOSA 7
1.3.5. FORMACIÓN, ENSANCHE Y COMPACTACIÓN DE LOS TERRAPLENES 7
1.3.6. COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL 7
1.3.7. COMPACTACIÓN 8
1.3.8. TALUDES 9
1.3.9. TALUD DE CORTE UNIDADES DE DISPOSICIÓN 9
1.4. SELLO DE LA EXCAVACIÓN Y SOLUCIÓN DE IMPERMEABILIZACIÓN 10
1.5. RECOLECCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES 10

1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se detallan las recomendaciones constructivas y la metodología de control de calidad a implementar en terreno durante la ejecución del proyecto. Estas consideraciones abarcan los caminos interiores, la construcción de terraplenes, taludes de corte, el sello de excavaciones, así como las soluciones propuestas para su impermeabilización y la gestión de aguas superficiales.

1.1. EXCAVACIONES

Este punto abarca las excavaciones necesarias para conformar las unidades de disposición, la plataforma del camino, y cualquier otro tipo de excavación especificada en el Proyecto. Se incluyen, entre otras, las excavaciones requeridas para construir las unidades de disposición, escarpes, cortes del camino y la remoción de materiales no aptos.

Solo se podrán ejecutar las excavaciones definidas en los planos del Proyecto o aquellas que cuenten con la autorización explícita de la ITO.

La excavación de escarpe corresponde a la remoción de la capa superficial del terreno natural, la cual está compuesta principalmente por suelo vegetal cuando este exista. Esta actividad se llevará a cabo en las zonas destinadas a apoyar nuevos terraplenes o ampliaciones de los existentes. Dado el clima árido del norte del país, el espesor de la cobertura vegetal es mínimo o, en muchos casos, inexistente.

El sello de las excavaciones, tanto de escarpe como de caminos proyectados, deberá perfilarse superficialmente para obtener una superficie plana y alineada con el eje del camino, incorporando una pendiente transversal del 2% hacia el exterior para facilitar el drenaje.

La compactación de estos sellos deberá alcanzar al menos el 90% de la Densidad Máxima Compactada de Suelo (D.M.C.S) cuando se encuentren a una profundidad igual o superior a 0,90 metros respecto a la rasante proyectada. Si el sello se ubica a menos de dicha profundidad, la exigencia aumentará a un 95% de la D.M.C.S.

Si no se logra alcanzar la densidad requerida utilizando los métodos convencionales de compactación, se podrá optar por aumentar la profundidad del escarpe o retirar el material afectado.

1.2. CAMINOS

1.2.1. MATERIALES

Se presentan a continuación los requisitos de calidad y graduación de los materiales a emplear en la construcción de la carpeta.

1.2.1.1 Requisitos Generales

- Agregados gruesos, retenidos sobre el tamiz 5 mm (#4 Norma ASTM), deben ser partículas resistentes, durables, constituidas de fragmentos de roca, grava o escorias. Materiales que se quiebren con los ciclos hielo – deshielo y humedad – sequedad, no deben ser empleados.
- Agregados finos, que pasen por el tamiz 5 mm (# 4), deben estar constituidos por arenas naturales o trituradas y por partículas minerales que pasen por el tamiz de 0.08 mm (# 200 Norma ASTM).
- Todo material debe estar libre de materias orgánicas y terrones de arcilla.

1.2.1.2 Requisitos Específicos

- El material para utilizar debe tener un límite líquido no mayor a 35 % y un IP comprendido entre 4 – 9.
- El material para carpetas granulares de rodadura debe tener un contenido mínimo de chancado de 50 %, además el contenido de sales solubles no será superior a un 4 % y debe cumplir con la siguiente banda granulométrica.

Tabla 1. Banda granulométrica para carpeta de rodadura.

Tamiz (mm)	% que pasa
50	
40	100
25	80 – 100
20	-
10	50 – 80
5	35 – 65
2.5	-
2	25 – 50
0.5	15 – 30
0.08	5 - 20

- En lo que respecta a las propiedades mecánicas, el material deberá tener un poder de soporte CBR > 60 %, determinado al 95 % de la DMCS del ensayo Proctor Modificado y una resistencia al desgaste, medida a través del ensayo de Los Ángeles, no mayor a un 30 %.

1.2.1.3 Confección y Colocación

En los sectores del camino donde se dispongan materiales granulares de rodadura, se deberá realizar el estacado del trazado, ubicando puntos de referencia tanto para la alineación como para la posición del eje y los bordes del camino, con una separación máxima de 20 metros entre ellos. Se sugiere además marcar todos los puntos singulares del recorrido. En las áreas correspondientes a transiciones de peralte, las estacas deberán instalarse con una distancia máxima de 10 metros entre cada una.

1.2.1.4 Confección

El material deberá ser acopiado en espacios especialmente habilitados para este efecto, de manera que no se produzca contaminación ni segregación del material.

1.2.1.5 Colocación

El material previamente acondicionado será distribuido sobre la plataforma del camino, incluyendo las bermas, utilizando equipos autopropulsados como una motoniveladora. Este proceso debe dejar el material en condiciones adecuadas para su compactación, sin requerir ajustes adicionales para alcanzar el espesor, el ancho y el bombeo especificado.

La carpeta granular se deberá conformar en capas, cuyo espesor compactado no debe exceder los 0,30 metros ni ser inferior a 0,12 metros. Si el diseño del proyecto contempla espesores mayores a 0,30 metros, el material deberá colocarse y compactarse en capas sucesivas. Durante la extensión del material, se debe evitar la formación de concentraciones localizadas de partículas finas o gruesas (bolsones o nidos), garantizando una mezcla homogénea.

1.2.1.6 Compactación

Una vez distribuido el material sobre la plataforma del camino, deberá ser compactado utilizando rodillos vibratorios, finalizando con equipos de rodillos lisos o neumáticos. El proceso de compactación debe ejecutarse progresivamente, comenzando desde los bordes inferiores hacia el eje central de la vía, asegurando un traslape de al menos la mitad del ancho del rodillo en cada pasada. El material debe ser compactado hasta lograr su asentamiento y estabilización completa, alcanzando como mínimo un 95 % de la Densidad Máxima Compactada del Suelo (DMCS).

En zonas donde los equipos tradicionales de compactación no puedan operar, se deberá recurrir al uso de pisones mecánicos manuales u otros equipos alternativos, con el fin de cumplir igualmente con el grado de compactación requerido.

1.2.1.7 Terminación

Una vez terminada la compactación y perfiladura de la carpeta, ajustándose ésta a los perfiles longitudinales y transversales del Proyecto, esta deberá presentar una superficie de aspecto uniforme y sin variaciones en cota en ningún lugar, mayores que ± 1,5 cm, con respecto a las establecidas en el proyecto.

Si se detectaran áreas a un nivel inferior a la tolerancia especificada, éstas deberán escarificarse en un espesor mínimo de 10 cm para posteriormente agregar material, regar, recompactar y terminar la superficie hasta dar cumplimiento a lo establecido en los apartados anteriores.

1.2.1.8 Control de la erosión

Se deberán adoptar todas las medidas necesarias para prevenir procesos de erosión tanto en los taludes como en la plataforma del camino. Para ello, será fundamental ejecutar lo antes posible los contrafosos y drenajes contemplados en el Proyecto, implementar sistemas adecuados para encauzar las aguas hacia cauces naturaleza, a pesar de estar en presencia de un clima árido, se deben tomar en cuenta estas medidas, y evitar la formación prolongada de cordones o depresiones que puedan acumular o dirigir el agua de manera descontrolada. En general, se deberán construir las obras temporales o definitivas que permitan manejar adecuadamente el escurrimiento superficial.
Si durante el desarrollo del proyecto se generaran aguas residuales con potencial de contaminar cauces naturales o causar daños a infraestructuras cercanas, será obligatorio instalar diques provisorios de decantación para su contención y tratamiento.

1.2.1.9 Transición de corte a terraplén y viceversa

Cuando se produzcan zonas de transición de corte a terraplén y viceversa, en el sentido longitudinal del camino, se realizará en todo el ancho de la plataforma del camino, un corte de profundidad variable, que irá entre 0,8 y 1,0 metro, por debajo de la cota de la subrasante. El corte se realizará de manera tal que el lado más profundo quede hacia el terraplén, para así formar una cuña de empalme en el sentido transversal del camino, en donde su sello se extenderá en un mínimo de 5,0 m hacia el interior del corte en todo el ancho de la plataforma.

En sectores de corte en roca, se procederá a la construcción de cuñas similares en las zonas de transición de corte a terraplén y viceversa, pudiendo variar las dimensiones señaladas de profundidad y largo en ± 25%.

1.3. FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES

1.3.1. TERRAPLENES

Los terraplenes, así como los ensanches de los ya existentes, podrán ser ejecutados utilizando material proveniente de los bancos de préstamo ubicados dentro del área del proyecto, o bien con los materiales extraídos durante las excavaciones necesarias para la conformación del relleno y la ejecución de obras complementarias.

Los suelos deberán ser inorgánicos, libres de materia vegetal, escombros, basuras, rellenos antrópicos, terrones, trozos de roca o bolones degradables o deleznables o trozos cementados de tamaño superior al especificado. Salvo indicación contraria en el Proyecto, los materiales a emplear en la construcción del cuerpo de los terraplenes deberán tener un poder de soporte no inferior al 10% CBR, determinado según el Método LNV 92, y medido al 95% de la D.M.C.S. referido al ensayo Proctor modificado. El tamaño máximo del material será de 150 mm, aceptándose una tolerancia de 5% entre 150 mm y 250 mm, pero en ningún caso podrá el sobretamaño ser mayor que la mitad del espesor de cada capa compactada.

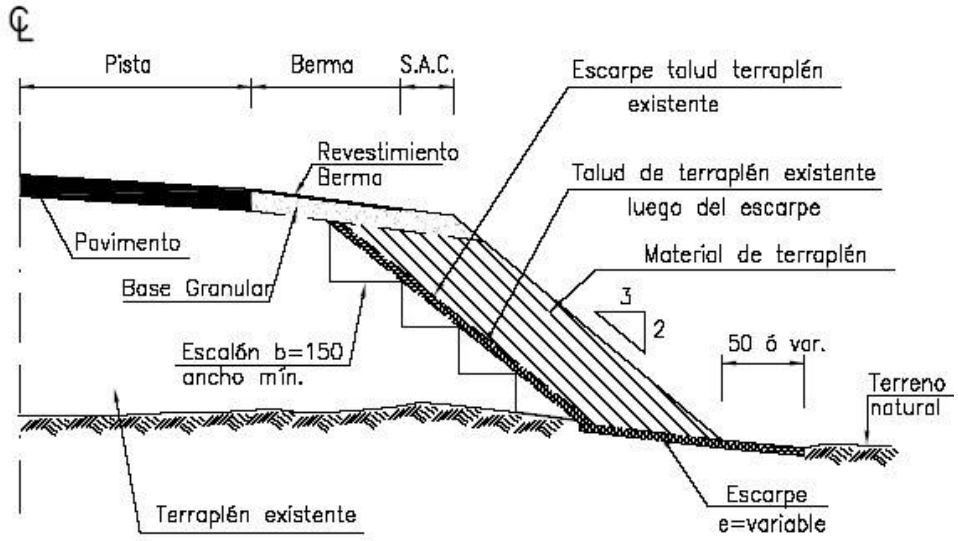


Figura 1. Ensanche terraplén existente.

Asimismo, los 0,30 m superiores del coronamiento de los terraplenes deberán construirse con suelos que se denominan "material de subrasante", cuyo poder de soporte no deberá ser inferior a 20% CBR, medido en las mismas condiciones estipuladas para el cuerpo del terraplén; el tamaño máximo del material no será superior de 100 mm y el espesor compactado de la capa no será inferior a 0,30 m.

1.3.2. FUNDACIÓN EN TERRENOS INCLINADOS Y TRANSICIONES DE CORTE A TERRAPLÉN Y VICEVERSA

Cuando un terraplén deba fundarse en una ladera, adosado a un terraplén existente o sobre un terreno natural de cualquier naturaleza con una inclinación superior al 20%, se recomienda que las áreas de apoyo se traten para formar, a medida que se construye el terraplén, una superficie aserrada con escalones horizontales de por lo menos 1,50 m de ancho. El material excavado deberá ser integrado a la construcción del terraplén adyacente.

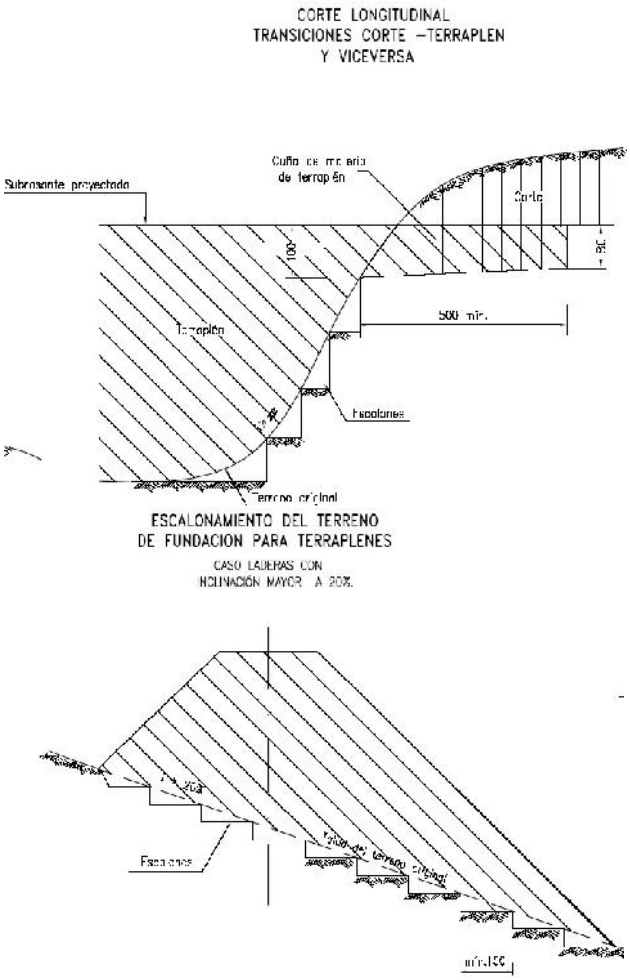


Figura 2. Escalonamiento del terreno de fundación para terraplenes

El sello de los escalones será compactado y controlado por un laboratorio competente, a medida que el material excavado sea integrado a la construcción del terraplén adyacente

1.3.3. FUNDACIÓN EN TERRENO DE CUALQUIER NATURALEZA

En aquellas situaciones no contempladas anteriormente, donde sea necesario construir un terraplén sobre un terreno con pendiente inferior al 20%, se requerirá que dicho terreno alcance una densidad igual o superior al 90% de la D.M.C.S., conforme al ensayo Proctor Modificado, o al 70% de la Densidad Relativa, evaluada según el Método LNV 96, siempre que la base del terraplén se ubique a más de 0,90 m por debajo de la rasante. Si la profundidad es menor, la compactación mínima exigida será del 95% de la D.M.C.S. o del 80% de la D.R., conforme a los métodos LNV 95 o LNV 96, respectivamente. En caso de que el terreno natural no cumpla con los valores mínimos requeridos de compactación, deberá ser escarificado, humedecido y compactado hasta lograr la densidad especificada, al menos en los 30 cm superiores.

Para los casos en que se realicen rellenos con un espesor compactado menor a 0,20 m, con el fin de alcanzar las cotas de subrasante, la superficie base deberá escarificarse a una profundidad no menor a 0,10 m. Luego, se procederá a su riego y compactación conjunta con el material del terraplén, hasta lograr la densidad mínima exigida en una profundidad no inferior a 0,30 m.

1.3.4. FUNDACIÓN SOBRE SUPERFICIE ROCOSA

Cuando el terreno de fundación sea roca o terreno rocoso, se fundará el terraplén directamente sobre él, en su estado natural.

1.3.5. FORMACIÓN, ENSANCHE Y COMPACTACIÓN DE LOS TERRAPLENES

Para este caso, se sugiere ejecutar las obras utilizando estacas colocadas a intervalos no mayores a 20 metros, las cuales definan claramente el pie del terraplén. Estas deberán contar con referencias tanto altimétricas como planimétricas que permitan su reposición en caso de pérdida o deterioro.
En situaciones donde sea necesario instalar tuberías de hormigón o metal corrugado, construir cajones u otras estructuras de drenaje cuyas claves queden por encima del nivel del terreno natural, se deberá construir previamente el terraplén del camino o, en su defecto, formar prismas con material de terraplén en las zonas destinadas a dichas estructuras. Solo después de instalar las obras de drenaje, y una vez verificado que disponen de las sobrecargas mínimas requeridas de suelo compatibles con las cargas por eje de los vehículos que se emplearán en el movimiento de tierras, se podrá continuar con la conformación de los terraplenes. En caso de que los taludes de los prismas tengan una pendiente mayor al 20%, será obligatorio construir escalones durante el proceso de levantamiento del terraplén.

Se recomienda para este aspecto, ejecutar las obras con estacas espaciadas a no más de 20 m entre sí que delimiten, el pie del terraplén, dejando puntos de referencia, tanto altimétricos como planimétricos, que permitan en cualquier momento reponer las estacas que se pierdan o deterioren. En el caso particular, en el que corresponda instalar tuberías de hormigón y metal corrugado o construir cajones u otras obras de drenaje, cuyas claves queden por sobre la superficie del terreno natural, se deberá construir primeramente el terraplén del camino o en su defecto prismas con material de terraplén en las zonas de las estructuras. Sólo una vez instaladas las obras de drenaje, y después de asegurarse que tienen las sobrecargas de suelo mínimas admisibles y en todo caso, compatibles con los pesos por eje de los vehículos que se pretende utilizar para el transporte de las tierras, se podrá continuar con los trabajos de formación de terraplenes. Cuando los taludes de los prismas acusen una inclinación superior a 20%, se deberá cumplir con la construcción de escalones a medida que se construye el terraplén.

1.3.6. COLOCACIÓN Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL

Los terraplenes a construir con material de la propia excavación o proveniente de zonas de empréstito, se formarán mediante capas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la rasante del Proyecto, cubriendo todo el ancho del perfil transversal y en longitudes compatibles con los métodos empleados en la distribución, mezcla y compactación del material. El bombeo transversal

deberá mantenerse con una pendiente mínima que asegure el escurrimiento de agua durante la construcción. La colocación del material se efectuará mediante camiones de volteo u otros equipos apropiados, debiéndose disponer de bulldozers, motoniveladoras u otros equipos adecuados para asegurar capas de espesor uniforme.

Se recomienda para la construcción comenzar desde los puntos más bajos del perfil transversal y proseguir por capas superpuestas hasta alcanzar todo el ancho del terraplén. Se colocará la siguiente capa de material, sólo cuando la precedente se encuentre satisfactoriamente compactada y aprobada.

El espesor compactado de las capas, incluyendo cualquier material subyacente que hubiera sido escarificado, deberá ser en general de 0,30 m como máximo. Los terrones o conglomerados deberán romperse enteramente por medio de rastras de discos u otros métodos aceptables, de manera de cumplir con el tamaño máximo del material de 150 mm. Lo precedente no se aplicará al coronamiento del terraplén, donde el espesor de la capa compactada se limitará a 0,30 m y el tamaño máximo del material no será superior a 100 mm, según lo expuesto en apartados anteriores. La compactación del material deberá realizarse en las siguientes condiciones:

1.3.6.1 HUMEDAD

Los materiales a compactar deberán estar homogéneamente húmedos y su contenido ser cercano al óptimo, según se determina en el Método LNV 95. Por lo tanto, de acuerdo con la humedad natural del material, se deberá agregar agua o secar de manera de cumplir con lo requerido.

1.3.6.2 EQUIPO

Las capas deberán densificarse mediante equipos compactadores del tipo, rodillos lisos con o sin aditamento vibrador, en su acabado y terminación con rodillo neumático.

1.3.6.3 PROCEDIMIENTOS

El trabajo deberá realizarse comenzando desde los bordes del terraplén, avanzando hacia el centro con pasadas paralelas traslapadas en, por lo menos, la mitad del ancho de la unidad compactadora. En curvas peraltadas, la compactación deberá comenzar en la parte baja y avanzar hacia la más alta. Toda la superficie deberá recibir el número suficiente de pasadas completas para obtener una compactación uniforme en todo el ancho del terraplén.

1.3.7. COMPACTACIÓN

Desde una profundidad mínima de 0,90 m por debajo de la rasante del proyecto y hasta alcanzar las cotas de subrasante, los rellenos a efectuarse por capas deberán alcanzar una densidad mínima del 95% de la D.M.C.S., medida según el Método LNV 95 ó el 80% de la Densidad Relativa, determinada según el Método LNV 96. Se exceptúa el borde exterior de cada capa, a uno o ambos lados de la

plataforma del terraplén según corresponda, en un ancho igual o inferior al del sobreancho de compactación. (S.A.C.), donde la compactación deberá alcanzar una densidad mínima del 90% de la D.M.C.S. o el 70% de la D.R., medidas según los Métodos LNV 95 ó 96, respectivamente.

Para profundidades mayores a 0,90 m por debajo de la rasante del Proyecto, la exigencia de compactación para cada capa en el ancho total de la plataforma del terraplén será de mínimo 90% de la D.M.C.S. o el 70% de la D.R., medidas según los métodos señalados anteriormente.

1.3.8. TALUDES

Los taludes de los terraplenes deberán mantener una pendiente constante, que por norma general será de 3:2 (horizontal:vertical), salvo que el proyecto indique una inclinación diferente. El ancho de la plataforma del terraplén a nivel de la subrasante deberá ajustarse a las medidas definidas en los perfiles tipo del diseño.

Sin embargo, se podrá permitir un sobreancho de hasta 0,15 metros respecto a la línea teórica del talud, medido perpendicularmente a su plano. En el caso específico de terraplenes construidos con material rocoso, este sobreancho podrá duplicarse. Si el tamaño del material rocoso impide respetar estos límites, se podrá autorizar un sobreancho mayor a 0,30 metros, siempre que no exceda los 0,50 metros.

Los taludes terminados deberán estar exentos de irregularidades tales como protuberancias o hundimientos, y deben presentar una superficie pareja y visualmente aceptable, cumpliendo plenamente con los estándares exigidos por la Inspección.

1.3.9. TALUD DE CORTE UNIDADES DE DISPOSICIÓN

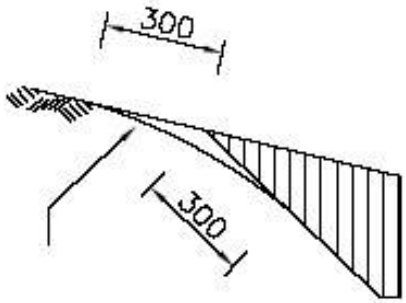


Figura 1. Redondeo de Taludes

Los taludes deberán excavarse de forma que el plano medio obtenido respete la pendiente uniforme especificada en el proyecto.

Es necesario redondear tanto el borde superior como el inferior del talud de corte, con el fin de evitar puntos de concentración de esfuerzos que puedan dañar la membrana impermeabilizante.

Asimismo, todos los taludes deberán presentar un acabado prolijo, libre de irregularidades como salientes o depresiones. Se sugiere instalar un geotextil en las caras internas del relleno para brindar protección adicional a la membrana impermeable.

1.4. SELLO DE LA EXCAVACIÓN Y SOLUCIÓN DE IMPERMEABILIZACIÓN

Como base de fundación se empleará el terreno natural existente, debiendo nivelarse el fondo de la excavación y compactar los últimos 0,3 metros al 90% de la D.M.C.S., conforme al ensayo Proctor Modificado, o alternativamente, al 70% de la Densidad Relativa (D.R.).

Se sugiere implementar un sistema de impermeabilización utilizando una geomembrana, como por ejemplo HDPE, que garantice la estanqueidad total del sello de fundación, evitando así cualquier infiltración de lixiviados hacia las aguas subterráneas.

En el caso de los taludes, se recomienda proteger la geomembrana con un geotextil, para prevenir daños mecánicos, o bien aplicar una terminación superficial adecuada que cumpla con el mismo propósito.

Será necesario elaborar un plan específico para la instalación del sistema de impermeabilización, el cual deberá incluir todos los procedimientos constructivos a seguir, con el fin de asegurar que el sistema cumpla plenamente con su función de contención.

1.5. RECOLECCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES

Para evitar la infiltración a las zonas del proyecto, se debe disponer de zanjas o contrafosos que recolecten el agua de cerros y quebradas. A pesar de lo árido de la zona, es importante considerarlo para evitar contratiempos, puesto que una escasa lluvia puede causar contratiempos.

Los contrafosos son canales que se disponen por sobre la cota de coronamiento del corte, con el fin de evitar la llegada de agua, a veces en cantidades importantes y casi siempre con arrastres, a los taludes de corte, proveniente de superficies adyacentes que vierten hacia ella.

Se deben diseñar zanjas para la efectiva recolección de las aguas. Las zanjas pueden ser revestidas o no y sus dimensiones dependerán del estudio hidráulico-hidrológico.

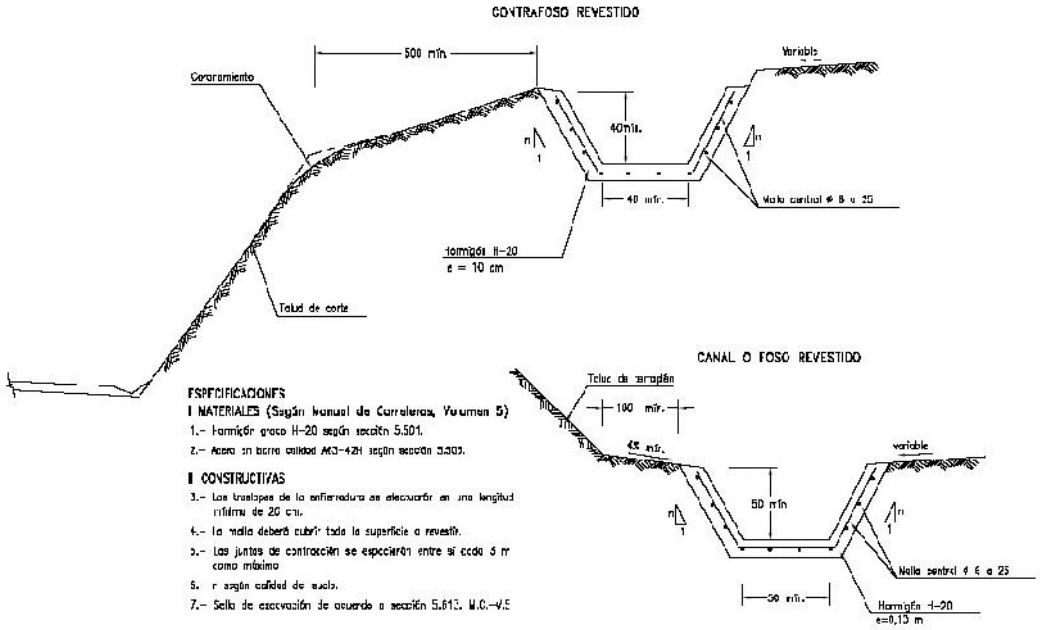


Figura 3. Obras tipo Contrafoso y fosos a diseñar

Para el caso de las zanjas no revestidas, los taludes y el fondo de las excavaciones de obras sin revestimiento deberán presentar superficies parejas y estables, con pendientes uniformes entre las deflexiones en alzado del sello de las excavaciones, que permitan un adecuado escurrimiento de las aguas. No habrá exigencia de compactación del sello de estas excavaciones no revestidas.

Para el caso de una zanja revestida, el sello de las excavaciones de las obras a revestir se perfilará y compactará hasta alcanzar como mínimo el 90% de la D.M.C.S., medida según el Método LNV 95, en una profundidad mínima de 0,20 m. Cuando el fondo de dichas excavaciones esté compuesto por suelos orgánicos, inestables o que no puedan ser compactados debido a su contenido de humedad natural, la ITO podrá autorizar su retiro en un espesor mínimo de 0,12 m, para dar cabida a una capa de material granular que servirá de apoyo al revestimiento. Dicha capa deberá ser compactada hasta alcanzar la mínima densidad antes establecida. Las superficies de los taludes deberán quedar parejas y estables, sin protuberancias que afecten el espesor mínimo del revestimiento a construir.