

Índice

1.- GENERALIDADES

- 1.1. Objetivo
- 1.2. Antecedente Generales

2.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELO

- 2.1 Antecedente Topográfico del Sector
- 2.2 Exploración de Subsuelo

3.- PROPIEDADES DEL SUBSUELO

- 3.1. Granulometrías
- 3.2. Propiedades Índice
- 3.3. Propiedades de Comparación
- 3.4. Razón de Soporte
- 3.5. Análisis Químico

4.- CAPACIDAD DE SOPORTE ADMINISTRATIVO

5.- ASENTAMIENTO

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXO

- Informe Estratigráfico de Calicatas

1.- GENERALIDADES

1.1.Objetivo

Se ha desarrollado un estudio de mecánica de suelos del sector PUERTO SECO orientado a determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos involucrados en el sector donde se emplazarán, las futuras instalaciones de INPPAMET LTDA.

El estudio describe el perfil litológico de los estratos del suelo superficies localizada en de la zona de emplazamiento del Puerto Seco . Propiedades del suelo y de las medidas que son recomendadas para dicha área desde el punto de vista geotécnico.

1.2 Antecedentes Generales

Para la identificación de dicho estudio, se han considerado los antecedentes siguientes:

- Para la identificación visual de los estratos que conforman el área de estudios y toma de muestra representativas para su análisis en el laboratorio, se efectuaron cuatro calicatas de profundidades, en promedio, de 1,90 m.

- Visita a terreno de personal técnico especializado para la identificación visual del área muestreo y evaluación preliminar da las condiciones del suelo.

2.- ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO

2.1. Antecedentes Topográfico de Sector

El área en estudio presenta una superficie plana y sin irregularidades importantes.

2.2. Exploración del Subsuelo

2.2.1. Descripción Estratigráfico

De acuerdo a los antecedentes recopilados durante la inspección visual de las calicatas se ha logrado identificar que el área presente perfil litológico:

Horizonte 1: Corresponde a un material de relleno constituido, generalmente, por una mezcla heterogénea de grava, arena, fino y basura en diferente proporción. Su espesor es viable entre 0.50 m y 0.80 m. Presenta un color predominante café claro. Su estado de densificación y el contenido de humedad es bajo. Las partículas que los constituyen se encuentran débilmente cementadas o sin cementación.

Horizonte 2: Corresponde a un estrato de arena limosa de color café negruzco o café, que sólo se observa en las calicatas C – 1 y C – 2. Su espesor máximo se observa en la calicata C – 2 (0.55 m) disminuyendo hacia el poniente hasta perderse en la calicata C – 1. Este estrato de arena limosa presenta una estructura homogénea y mal graduada. Formada por granos de arena de medios a finos. Su estado de compactación es media y no presenta cementación.

Horizonte 3: Corresponde a una arena limosa de color café blanquecino o amarillento con contenido de partículas de grava variable entre un 6 % y 22%, angulares y de 2" de tamaño máximo. Presenta alrededor de un 15% de fino sin característica plásticas. Su estado de densificación y mal granulada. Su estado de densificación y contenido de humedad es bajo . Este estrato presenta una cementación variable , es decir existen sectores altamente cementados como algunos sin cementación . Además se observan cavidades en todo el espesor cuyos diámetros no superan los 5 cm . El espesor de la capa no puede ser determinado por estar limitado por la profundidad de las calicatas.

3.- PROPIEDADES DEL SUBSUELO

Las propiedades del subsuelo que mas adelante se describen, correspondiente a un análisis de las propiedades del suelo ubicado a niveles normales de fundación, cuyo resultados nos permitan reconocer si las condiciones actuales del suelo son adecuadas para fundar una estructura y evaluar futuros problemas de estabilidad de la misma.

3.1 Granulometría

Al comparar los resultados granulométricos de las dos muestra analizada su observa claramente que la proporción, en tamaño en los distinto tamices son diferentes donde la mayores diferencia se producen en el contenido de las partículas de arena gruesa, media y fina, 13%, 18%, 20% respectivamente.

Estas diferencia nos permiten de una manera predecir que el comportamiento resistente y de compresibilidad serán diferentes.

3.2 Propiedad índice

El resultado de los límites de consistencia de cada una de las muestras definen ambas con suelos no plásticos. Además en conjunto con la granulometría la muestra M – A dentro del grupo SM y la muestra M – B dentro de grupo SP –SM, según el sistema de clasificación U.S.C.S.

La existencia de cavidades en el estrato analizado es un factor potencial para la ocurrencia de deformaciones diferenciales, las cuales, en la condición actual pueden alcanzar magnitudes que provoquen fallas en las estructuras.

3.3 Propiedad de Compactación

Las densidades naturales medidas sobre muestra inalterada que corresponden a trozos de muestra de suelo altamente cementada, presentan valores de densidad prácticamente iguales a las D.M.C.S. obtenidas en el ensayo Proctor Modificado. Sin embargo esta situación no se presentará en otros sectores dentro del mismo estrato, ya que, estos sectores presentan cavidades obteniéndose de esta forma densidades naturales menores.

Esta irregularidad en la densificación del suelo nos favorece el apoyo de las fundaciones de distintas estructuras.

3.4 Razón de Soporte

El CBR medido en las dos muestras corrobora su diferencia en el comportamiento resistente por lo que la compresibilidad para una misma carga será diferente en el mismo estrato.

3.5 Análisis Químico

El contenido de sales solubles en las dos muestras resultan ser bastante menores que lo permitido para materiales de fundación (máximo 5%)

Por lo que no se esperan asentamientos importantes del suelo por disolución de estas sales. Sin embargo, las paredes de hormigón armado en contacto con estos materiales deben ser protegidos.

4 CAPACIDAD DE SOPORTE ADMISIBLE

Para el calculo de la capacidad de soporte admisible en la base de los resultados obtenidos se empleara un valor de $\phi = 37^\circ$ y $c = 0$, se sabe que la capacidad de soporte esta ligada a las forma y dimensiones de la fundación y a la profundidad de esta. La expresiones que rigen el calculo de esta tensiones esta basadas en parámetros tales como:

- Peso específico del suelo
- Angulo de fricción interna
- Cohesión, a parte de dimensiones indicadas mas arriba
- Para un ángulo de 37° se tiene que $N_q = 43$ y $N_y = 53$.

Para fundación aislada se tiene que:

$$Q_{adm} = (\gamma D N_q + 0.4 \gamma N_y B) / F.S.$$

El peso específico del suelo se tomara como $\gamma = 1700 \text{ Kg} / \text{m}^3$

Factor de Seguridad F.S

La elección del factor de seguridad debe considerar aspectos tales como importancia de la estructura , incertidumbre en la determinación de los parámetros del suelo y de las condiciones de operación de la estructura

En este estudio se adoptado un factor de seguridad $FS = 5$

De esta forma los términos de la ecuación anterior se calcularán para los siguientes parámetros:

$$\gamma = 1.700 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$FS = 5$$

Por lo que,

$$Q_{adm} = 1.46D + 0.72B \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

Esta expresión permite calcular la capacidad de soporte un determinado D (profundidad de enterramiento) y B (ancho de zapata)

A continuación se entregan algunos valores para la capacidad de soporte del suelo, Q_{adm} , para el caso de una fundación aislada, colocada a una profundidad D y distinto ancho B.

Los valores que se indican en las tabla siguiente son válidos para carga estática. Para cargas sísmicas estos valores se podrán aplicar el factor 1.33.

B	0,4	0,6	0,8	1	1,2
D					
0,8	1,46	1,6	1,74	1,89	2,03
1	1,75	1,89	2,04	2,18	2,32
1,2	2,04	2,18	2,33	2,47	2,62

5.- ASENTAMIENTO

Se evalúa el asentamiento elástico esperado en este material, considerando una fundación aislada, mediante la siguiente expresión:

$$AH = (4 q / K_v) (B / (B + 30))^2$$

En que :

B = ancho de la fundación , cm

K_v = Coeficiente de balasto vertical, Kg/cm³

Q = tensión de trabajo, g / cm²

En base al valor de CBR medido en condiciones naturales (50%) se puede estimar el siguiente valor de K_v .

$$K_v = 14 \text{ Kg/cm}^3$$

Como ejemplo se evaluará la expresión anterior para un de cimiento B = 60 cm. Y distintas cargas de trabajo q:

Valore de AH (cm)

Q	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
AH	0,2	0,21	0,2	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,3	0,31	0,33

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- 6.1.1. Los materiales que componen el estrato analizado son diferentes, por tanto, éstos presentarán propiedades resistentes y de deformabilidad distintas, por lo que su uso no es recomendable para el apoyo de las fundaciones sin previo mejoramiento.
- 6.1.2. El contenido de sales solubles totales en agua resultan ser menores que lo recomendado para suelo de fundación (5%).

6.2. Recomendaciones

- 6.2.1. En la zona de construcción se deberá eliminar todo material de relleno inapropiado para el uso como suelo de fundación y deberá a botadero.
- 6.2.2. Se recomienda para efectos de cálculo de las dimensiones de las cimentaciones considerar una tensión admisible de 1.50 Kg/cm^2 , para el caso estático y de 2.00 Kg/cm^2 para el caso sísmico.
- 6.2.3. El nivel de fundaciones de las estructuras deberá quedar lo menos a 1.0 m de profundidad medido desde el nivel superficial definido por proyecto.

- 6.2.4. Las excavaciones para las fundaciones deberán extenderse a lo menos 50 cm más abajo del nivel de fundaciones, luego, el fondo de la excavación deberá ser compactado hasta alcanzar el 95% de la D.M.C.S. obtener del ensayo Proctor Modificado. Luego se deberá rellenar con material granular hasta el nivel de fundaciones, colocado en capas compactadas de 25 cm. De espesor, debido cumplir cada capa con el 85% de la densidad relativa o el 95% de la D.M.C.S. a 0.2" de penetración y con inmersión previa de 2 horas. Además, deberá tener un contenido máximo de sales soluble de 5%.
- 6.2.5. Bajo radieres se recomienda remover el suelo natural por lo menos 20cm. Y reemplazar por un material granular que por lo menos de un 40% de CBR. Este material se deberá compactar hasta logra una densificación del suelo que cumpla con el 90% de la D.M.C.S. o con el 70% de la densidad relativa. Entre el radier y el material granular compactado se deberá colocar una lámina de polietileno de 0.4 mm. De espesor.
- 6.2.6. En zonas destinadas a caminos de acceso y estacionamiento, se recomienda utilizar un valor de soporte de la sub- rasante de 40%.
- 6.2.7. De acuerdo al tipo de materiales analizado se recomienda un valor del coeficiente de balasto de 14 Kg/cm^3
- 6.2.8. En el diseño de estructura sometidas a empujes de tierra se recomienda considerar los empujes horizontales siguientes (asumiendo que los muros son de pared vertical y factor de fricción entre muro y suelo es cero):

Caso Estático

$$y = 2.1 \text{ t/m}^3$$
$$\theta = 37^\circ$$

$$c = 0$$
$$K_v = 0.25$$
$$P_a = 0.26H^2$$

· Caso Dinámico:

Se recomienda, por efecto del sismo, aumente en un 10% el valor empuje que resulte para el caso estático.

- 6.2.9. Todas estructuras de hormigón que esté en contacto con empujes de tierra deberá ser aislado con algún producto impermeabilizante.
- 6.2.10. Los sellos de fundación deberán ser obligatoriamente recibiendo por un especialista.
- 6.2.11. En general los trabajos a ejecutar se ajustarán a las normas, reglamentos y documento siguientes:
- Normas de Instituto Nacional de Normalizado (INN)
 - Ordenanza General de Construcción
 - Manual de Carreteras, Dirección de Viviendas del M.O.P
 - En aspectos no cubiertos por las normas chilenas :
ASTM;ACI;AASHTO.
- 6.2.12. En toda faena de excavación, sin excepción, se deberán las medidas de seguridad necesaria para evitar daños a personas, equipos e instalaciones.

ANEXO

INFORME ESTRAGRÁFICO INSTALACIONES INDUSTRIALES INPPAMET LTDA.- CALAMA II REGIÓN

Calicata :C-1
Ubicación : Sector Nor-Poniente
Profundidad : 1.90 m.

Estrato Nº	Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Descripción
1	0.00 0.70	0.70	Relleno forma por una mezcla grava, arena, fino y trozo de papel, vidrios, trapos, ect. Cuyo color predomin. es café claro. Se presenta en un estado de Compacidad suelta media. Seco y sin cementación.
2	0.70 1.20	0.50	Relleno constituido por una arena de color café; formada por granos medios a finos. Presenta una estructura Homogénea, de compacidad media. Este estrato se observa en la pared oriente en su espesor máximo disminuyendo, hasta perderse, hacia la pared poniente.

3	1.20		Arena limosa de color amarillenta; constituida por granos grueso a fino; alrededor de 15% de fino no plástico; de estructura homogénea y estratificada; de compacidad media; cementación débil a fuerte. Se observa un gran contenido de cavidades que no superan en diámetro los 5 mm.
	1.90		

Calicata :C-2
Ubicación : Sector Nor-Oriente
Profundidad : 1.80 m.

Estrato N°	Profundidad (m)	Espesor Estrato (m)	Descripción
1	0.00 0.50	0.50	Relleno formado por una heterogenia de grava, arena, fino y trozos de papel, vidrios, trapos, ect. Cuyo color predominante es café claro. Se presenta en un estado de compacidad suelta a media. Seco y débilmente cementado.
2	0.50 0.65	0.15	Corresponde a un estrato formado por arena limosa con una gran contenido de raíces, el cual, se observa en su mayor espesor en la pared oriente disminuyendo, para perderse, en la pared poniente.

3	0.65 1.20	0.55	Arena limosa; de color café negruzco; formado por granos medios a finos; alrededor de 10% de fino no plástico. De estructura homogénea, mal graduada, de baja humedad y de compacidad media. Sin cementación.
4	1.20 1.80		Arena limosa de color amarillento; constituida por granos a fino; alrededor de 15% de fino no plástico; de estructura homogénea y estratificada; de compacidad media; cementación débil a fuente. Se observa un gran contenido de cavidades que no superan en diámetro los 5mm.

Calicata :C-3
 Ubicación : Sector Sur-Poniente
 Profundidad : 1.80 m.

Estrato	Profundidad	Espesor Estrato	Descripción
Nº 1	(m) 0.00 0.80	(m) 0.80	Relleno constituido por una mezcla heterogénea de grava arena, fino y trozo de raíces fosilizadas. Su estado de compactación es media y débilmente cementada. Presenta en algunos sectores cavidades que constituyen en la masa de suelo conductos que se interconectan entre sí. Su color predominante es café blanquecino.
2	0.80 1.80	----	Arena limosa con grava; de color café blanquecino; se observa sector altamente cementados y con cavidades que no superan en diámetro los 50 mm. Incluyendo en la arena limosa se observa trozo de raíces fosilizadas. El estrato presenta una compactación suelta a media.

3	1.50 1.90	-----	Arena limosa con grava; de color café blanquecino; alrededor de 15% de partículas de grava, angulares y de 1" de tamaño máximo; grano de arena de gruesos a fino; alrededor de 15% de fino no plásticos; de estructura homogénea; mal graduada; de compacidad media a densa; cementación débil a fuerte; baja humedad; sin indicios de material orgánica. (SM).