
COMENTARIOS GENERALES

- En las Plantas de Tratamiento de Empocaldas en Victoria y La Dorada, se plantea desarrollar la construcción de tanques de almacenamiento, para lo cual se hace necesario la realización de un estudio de suelos en cada sitio, que permita conocer el perfil estratigráfico, las propiedades de los suelos, su capacidad de carga y la magnitud de los asentamientos.
- Desde el punto de vista topográfico, en Dorada la zona donde se pretende ubicar el tanque es de pendiente baja y NO ha sufrido intervenciones antrópicas, en cambio el sitio en Victoria es de pendiente baja aunque también sin intervenciones antropicas.
- Una vez analizado el mapa Geológico de las zonas se pueden observar depósitos de Caída Piroclástica y depósitos aluviales.

PROSPECCION GEOTECNICA

El método de prospección en las zonas de estudio consistió en la realización de sondeos de 4" de diámetro con un barreno tipo Iwan adaptado a una tubería de acero de 1", la cual funciona a rotación manual. Se realizaron cuatro sondeos exploratorios estratégicamente ubicados.

De la perforación se extrajeron muestras en tubo de pared delgada y en bolsa de los estratos significativos para ser ensayadas en laboratorio. Los ensayos realizados fueron los siguientes:

Clasificación:

- Granulometría por lavado (pasante Tamiz # 200)
- Límites de Atterberg:

Propiedades físicas:

- Humedad Natural
- Peso Unitario:
- -Húmedo
- -Seco

Propiedades Mecánicas:

- - Compresión Inconfiada:

Los demás parámetros se obtuvieron mediante correlaciones empíricas propuestas en la literatura para los suelos de la región.

DESCRIPCION DE PERFORACIONES

Una vez realizada la prospección Geotécnica en diferentes sectores de la zona de estudio se puede determinar claramente un perfil característico, el cual se describe de la superficie hacia abajo de la siguiente manera:

PLANTA VICTORIA

- 1- Suelo limo arenoso, suelo organico, natural.
- 2- Arcillas arenosas plásticas, húmedas y duras
- 3- Rechazo en las perforaciones en promedio a los 1.5 m por presencia de material granular.

En lo relacionado con el NAF (Nivel de Aguas Freáticas), NO se detectó en ninguna de las perforaciones.

Las perforaciones se describen en el anexo de registro de perforaciones.

PLANTA DORADA

- I. Arenas limosas amarillentas, depósito aluvial y rechazo en promedio a los 1.5m de profundidad.

En lo relacionado con el NAF (Nivel de Aguas Freáticas), NO se detectó en ninguna de las perforaciones.

ANALISIS DE CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

La cimentación de la estructura analizada podrán ser placas flotantes o vigas de confinamiento en la base del tanque con sustitución de suelo lo que corresponde a cimientos de tipo superficial. Este tipo de cimientos estarán apoyadas sobre restituciones en afirmados o sucio de río.

Para realizar la caracterización mecánica de estos estratos se tomaron muestras a diferentes profundidades para analizar la resistencia a la compresión inconfiada, y así obtener un valor representativo.

Una vez realizados los ensayos de laboratorio, se puede determinar que la resistencia dentro de los estratos analizados tiene un valor promedio de 5.0 ton/m² en Dorada y de 10 tn/m² en Victoria. Que para efectos del cálculo de la capacidad neta admisible del suelo se tomará como valor representativo de la resistencia a la compresión inconfiada un valor de 5.0 y 10 ton/m², respectivamente.

El peso unitario promedio para el estrato utilizado en el análisis es de 1.6 ton/m³ en Dorada y de 1.2 ton/m³ en Victoria.

El factor de seguridad utilizado para determinar la capacidad de carga del suelo será de 3. (Dada la NO presencia de NAF)

El método utilizado para encontrar la capacidad de carga del suelo será el que se basa en la teoría de Terzaghi. (Libro Mecánica de Suelos. Juárez- Badillo)

$$Q_f = c \cdot N_c + \text{PUT} \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \cdot \text{PUT} \cdot B \cdot N_g$$

$$Q_a = Q_f / 3$$

Donde:

Q_f = Capacidad de carga en el momento de la falla

Q_a = Capacidad de carga admisible del suelo para un factor de seguridad de 3

c = Cohesión del suelo

D_f = Nivel de desplante de la cimentación

PUT = Peso específico del material

N_c, N_q y N_g = Factores de carga de Meyerhof.

Para efectos de un cálculo conservativo, los factores de carga serán analizados para falla local.

Los valores de capacidad de carga en el momento de la falla y la capacidad de carga admisible serán:

DORADA

Ancho cimiento m	Profundidad m	N_c	N_q	N_g	Q_f ton/m ²	Q_a ton/m ²
1.0	1.5	18	8	5	5	5

VICTORIA

Ancho cimiento m	Profundidad m	Nc	Nq	Ng	Qf ton/m2	Qa ton/m2
1.0	1.0	40	28	27	8	5

Al no detectarse NAF, NO se hace necesaria la corrección de la Capacidad Admisible.

Para efectos de prevenir los asentamientos excesivos futuros en la estructura se recomienda que la máxima presión de contacto sea de 5 ton/m² en la Planta La Dorada y en la Planta Victoria, lo cual garantiza que las cargas se localizan sobre la línea de recompresión.

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

Para calcular el incremento de esfuerzos sobre la masa de suelo, se utilizará el método de Boussinesq, y su valor en la mitad del estrato se calculará aplicando el método de la regla - trapezoidal desarrollado por este mismo autor.

El incremento de los esfuerzos por la sobrecarga aplicando la regla - trapezoidal según la teoría de Boussinesq los incrementos de carga son representativos hasta una profundidad de $3 B$ para cimientos superficiales rectangulares o cuadrados, por tanto se tiene:

Asentamientos esperados 1.5 cm.

Asentamientos diferenciales esperados 1.0 cm.

COMENTARIOS FINALES Y RECOMENDACIONES

- Para la cimentación de la estructura, se recomiendan:
 - Presiones de contacto inferiores a 5 ton/m² en la Planta La Dorada y en la Planta Victoria.
 - El espesor mínimo de la restitución de suelos debe ser de 0.5 m en material seleccionado tipo base norma INVIAS, compactado al 95% de proctor modificado.
 - Para placas flotantes, el espesor mínimo será de 0.15m.
 - El nivel recomendado para el desplante de las restituciones es de 1.0 m el cual será inspeccionado por el Ingeniero responsable.
 - Los asentamientos calculados para la estructuras son de 1.5 cm, y los asentamientos diferenciales son de 1.0 cm. Es importante recalcar que las capacidades máximas admisibles no deben ser superadas, debido a que los asentamientos pueden ser excesivos.
 - El acero de la placa y vigas debe quedar recubierto como mínimo 7 cm. de la base de la cimentación.
 - Tanto el concreto y el acero de la fundación deben cumplir la Norma Sismo Resistente, NSR-10.
 - Los parámetros dinámicos necesarios para el diseño de las fundaciones deben ser los contemplados en la Norma en lo que tiene que ver con las zonas de riesgo sísmico alto para la Planta Victoria y riesgo sísmico intermedio para la Planta Dorada.
 - El perfil de suelo típico corresponde para cada uno de los sitios a E.

CARACTERIZACION GEOTECNICA DE LOS MATERIALES

Clasificación de suelos:

Para la clasificación de los materiales extraídos de cada una de las perforaciones, se utilizará el sistema unificado de clasificación de suelos, el cual tiene como principal parámetro la carta de plasticidad. Por tal motivo es necesaria la determinación de los Límites de Atterberg y la realización de Granulometrías por Lavado.

PLANTA DORADA

Las características generales de los materiales encontrados en la zona de estudio:

El tipo de material encontrado tiene una textura limo arenoso, se clasifica en la carta como limos de alta y baja plasticidad SM.

La humedad natural promedio encontrada a lo largo de todas las perforaciones es de aproximadamente el 15% para los depósitos de depósito aluvial.

Límite Líquido, la variación de éste límite para las muestras ensayadas presenta un valor promedio de 33.8 % para los depósitos aluviales. Estos valores nos indican que la compresibilidad de los materiales es media a alta.

Resistencia a la Compresión Inconfinada: El valor promedio de la resistencia a la compresión inconfinada para el estrato donde va a ser colocada la cimentación es de 5.0 ton/m².

Peso Unitario del Suelo: El valor promedio es de 1.803 ton/m³ para pesos unitarios húmedos y 1.557 ton/m³ para los pesos unitarios secos.

Índice de Plasticidad:

Presenta valores del 10%.

PLANTA VICTORIA

Las características generales de los materiales encontrados en la zona de estudio:

El tipo de material encontrado tiene una textura arcillosa, se clasifica en la carta como arcillas arenosas de plasticidad baja o media CL.

La humedad natural promedio encontrada a lo largo de todas las perforaciones es de aproximadamente el 32% .

Límite Líquido, la variación de éste límite para las muestras ensayadas presenta un valor promedio de 47.1 %.

Resistencia a la Compresión Inconfinada: El valor promedio de la resistencia a la compresión inconfinada para el estrato donde va a ser colocada la cimentación es de 8.0 ton/m².

Peso Unitario del Suelo: El valor promedio es de 1.715 ton/m³ para pesos unitarios húmedos y 1.294 ton/m³ para los pesos unitarios secos.

Índice de Plasticidad:

Presenta valores del 21%.

Para el análisis de la capacidad admisible del suelo, se utilizará la fórmula de Terzaghi, la cual utiliza factores de carga que son función del ángulo de fricción.

Por tal motivo será empleada la correlación entre Índice de Plasticidad y Ángulo de fricción propuesta por Bjerrum.

Ángulo de Fricción:

En la planta Victoria, se tiene un valor promedio de 21 grados, mientras en Dorada el promedio es de 31 grados.

ANEXO 1 – PLANTA VICTORIA

ANEXO 2 – PLANTA LA DORADA