

ÚŒẀòôõÿÛúŸ€€€í

**DOCUMENTO REFERENCIAL:**

El presente documento es de carácter referencial para fines exclusivos de preparación de la propuesta durante la etapa de licitación del Proyecto, por lo que la empresa Contratista es responsable de verificar dicha información durante el desarrollo y ejecución del proyecto, sin que esto implique derecho a modificaciones contractuales.

## ESTUDIO DEL SUELO

**N° del Contrato : DLG 0304**

**N° del Proy. de SECL : SC2566**

0	26. Dec. 2013	IFC	Emisión para Construcción			
A	14. Oct. 2013	IFR	Para Revision			
<b>Rev</b>	<b>Fecha</b>	<b>Estado</b>	<b>Descripción del Estado</b>	<b>Preparado por</b>	<b>Verificado por</b>	<b>Aprobado por</b>
<b>Revisión del Documento</b>				Página: Total de 46 hojas (Incl. Carátula)		

## TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCION .....	5
2. DESCRIPCION DEL SITIO Y DE LA PLANTA.....	6
2.1. Morfología del Sitio .....	6
2.2. Morfología de la Planta .....	7
3. INFORME DE INVESTIGACION GEOTECNICA .....	9
3.1. Resumen.....	9
3.2. Trabajo de Campo .....	9
3.3. Trabajo de Laboratorio.....	10
4. CONDICION DEL SITIO .....	12
4.1. General .....	12
4.2. Perfil de Suelo.....	12
5. CIMENTACIONES .....	28
5.1. Consideraciones Generales.....	28
5.2. Criterio para el Diseño Estático de las Cimentaciones Superficiales.....	30
5.2.1. Teoría de las Cimentaciones Superficiales.....	30
5.2.2. Capacidad del Suelo de Cimentación Superficial .....	31
5.3. Criterio para Diseño Estático de Pilotes.....	36
5.3.1. Aplicaciones de Pilotes .....	36
5.3.2. Capacidad de Pilotes .....	38
5.3.3. Prueba de Carga en Pilote.....	39
5.4. Estructuras en Rasante.....	39
5.4.1. General .....	39
5.4.2. Tanque de Almacenamiento .....	40
6. DATOS DEL SUELO DINAMICO .....	433
6.1. Consideraciones Generales.....	433
6.2. Clasificación del Sitio según ASCE 7-10 .....	444
7. RESUMEN.....	45

8. REFERENCIAS ..... 46

ANEXO 1. Plan de Investigación del Suelo

ANEXO 2. Perfil del Suelo (Cruce Seccional)

ANEXO 3. Clasificación del Suelo

ANEXO 4. Formulas para Cálculo de Cimentación Superficial

ANEXO 5. Tabla de Capacidad de Carga del Suelo para Cimentación Superficial

ANEXO 6. Pilotes

ANEXO 7. Calculo de Asentamiento para Estructuras

## 1. INTRODUCCION

La Planta de Amoniaco/Urea (PAU) debe construirse en el Departamento de Cochabamba, Provincia de Carrasco, Municipalidad de Entre Ríos en la localidad de Bulo Bulu.

Este informe ha sido preparado por Samsung Engineering Co., Ltd. (que en adelante se denominará “Contratista”) para revisar las características del suelo para la Planta de Amoniaco y Urea en base al Informe de Investigación Geotécnica PAU-ECI-C-RPT-00002 **Final con fecha de 21 de noviembre del 2013.**



**Figura 1. Layout General del predio de la PAU**

Los siguientes puntos fueron examinados en este informe:

- Comentarios e interpretaciones de los resultados de la investigación del sitio ejecutada
- Condiciones del suelo en distintas zonas de la planta
- Perfil del suelo a diseñar para las localizaciones de estructuras diferentes
- Tipos de cimentación sugeridos y capacidad de carga del suelo estimada

## 2. DESCRIPCION DEL SITIO Y DE LA PLANTA

### 2.1. Morfología del Sitio

#### 1) Condición Topográfica

- Los datos de levantamiento topográfico se incluyeron en el paquete de estudio previo ("INFORME FINAL ESTUDIOS TOPOGRAFICOS PLANTA DE AMONIACO-UREA"). Descrito en la Figura 2.
- El nivel del suelo existente se distribuye de +230.6m a +249.4m a lo largo del predio de la PAU. En cuanto a la planta, el nivel del suelo existe varia de +240m a +246m aproximadamente.
- La elevación del suelo de la parte sur del predio de la PAU es mayor que la de otras áreas. Por lo que, existen varias corrientes locales que corren de suroeste a noreste. Algunas partes de estas corrientes locales no son permanentes, es decir, se les puede observar solamente en estación de lluvia

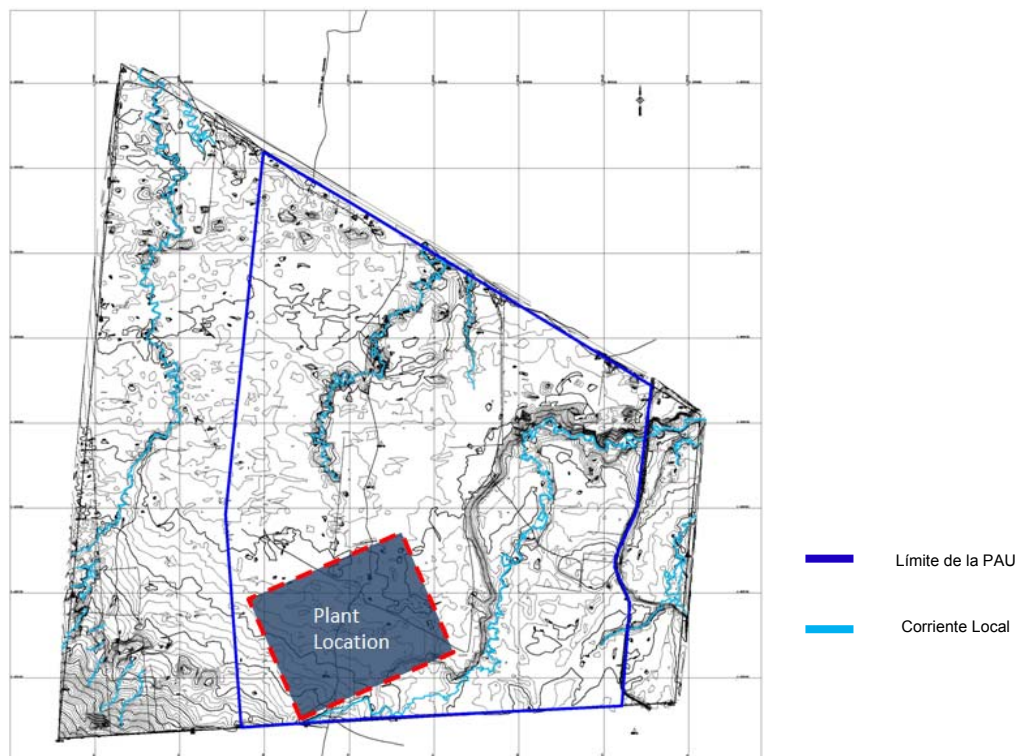


Figura 2. Datos de Levantamiento Topográfico del predio de la PAU

## 2) Formación de la Planta

La formación final de la planta es concebida a +241 m arriba del dato comparativo en el predio de la planta y la unidad de tea elevada se estima entre +242.5 m y +245.5 m, y el campamento permanente será localizado a +240 m conforme al plan de preparación del sitio. La mayor parte del predio de la planta se localiza sobre predio elevado en los límites de la PAU, y la mayoría de las estructuras pueden ubicarse en predio con capa de corte.

### 2.2. Morfología de la Planta

#### 1) Las unidades principales de la planta

- Unidad de Amoniaco
- Unidad de Urea
- Deposito de Urea a Granel
- Unidad de Servicios Auxiliares y Torre de Enfriamiento
- Unidad de Servicios Auxiliares
- Unidad de Edificios (Taller de Mantenimiento, Edificio de Control de Administración, Edificio de Laboratorio)
- Deposito de Ensacado y Paletizado y Planta de Ensacado
- Unidad de Tea Elevado
- Unidad de Cuenca de Agua Cruda
- Unidad de Campamento Permanente

#### 2) Estructuras Principales

- Tanque de Amoniaco
- Torre de Enfriamiento
- Deposito de Urea a Granel
- Deposito de Ensacado y Paletizado y Planta de Ensacado

### 3. INFORME DE INVESTIGACION GEOTECNICA

#### 3.1. Resumen

Los datos geotécnicos se derivan de la investigación del suelo realizada por INSEPE entre agosto y septiembre de 2013

La investigación del sitio consiste en:

- Fase 1. – trabajo de campo
- Fase 2. – trabajo de laboratorio
- Fase 3. – trabajo de oficina

A fin de obtener conocimiento real tanto en arreglo geotécnico como distribución del suelo, así como la dispersión de los diferentes parámetros geotécnicos, se han realizado **cincuenta y dos (52) perforaciones** para exploración geotécnica:

- **35** exploraciones geotécnicas con Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T.) de 12.00 metros de profundidad
- **13** exploraciones geotécnicas combinadas con Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T.) y rotación con corono de diamante, de profundidad hasta 20.00 metros
- 9 exploraciones geotécnicas con Penetración Dinámica Super Pesado (D.P.S.H.)

#### 3.2. Trabajo de Campo

- Reconocimiento Preliminar del Sitio
- Perforación rotatoria usando corona de diamantes
- Ensayo de Penetración Estándar (S.P.T.)
- A Cielo Abierto y Calicatas
- Muestreo Inalterado con Tubo Shelby
- DPSH Penetración de Cono
- Prueba de Resistencia Eléctrica
- Prueba de Carga en Placa

- Medición de Tabla de Agua
- Muestreo de Suelo

### **3.3. Trabajo de Laboratorio**

- Clasificación Visual (ASTM D 2488)
- Humedad Natural (ASTM D 2261)
- Análisis de Cribas (ASTM D 421)
- Límites de Atterberg (ASTM D 4318)
- Gravedad Específica (ASTM D 854)
- Corte Directo (ASTM D 3080)
- Ensayo de Consolidación (ASTM D 2435)
- Ensayo de Compactación (ASTM D 1557)
- C.B.R. (ASTM D 1889)
- Clasificación de Suelo UCSS (ASTM D 2487)
- Compresión Axial en Roca (ASTM D 2487)
- Densidad Relativa





**Figura 4. Plano de Investigación del Suelo**

## **4. CONDICION DEL SITIO**

### **4.1. General**

Las condiciones generales del subsuelo en la localización de la planta se caracterizan por suelo vegetal en la superficie y arcilla o arena limosa en la parte superior (hasta 4m o 8m), seguido por arena limosa con grava o limo inorgánico (densidad media), y sigue arena limosa densa en la parte inferior. La capa de grava y roca se encuentra entre 9 o 12m de profundidad en la mayor parte del sitio.

La capa superior de arcilla arenosa-limosa inorgánica esta generalmente mostrando una resistencia  $q_u$  no confinada de aprox.  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

La grava ha sido encontrada en la arena limosa en la capa intermedia de forma irregular, y grava y capa de roca a 9 o 12m de profundidad está muy firme en la mayor parte del sitio, pero como algunos perfiles muestran capa suave bajo esta capa, la capacidad del pilote deberá ser ajustada considerando esto.

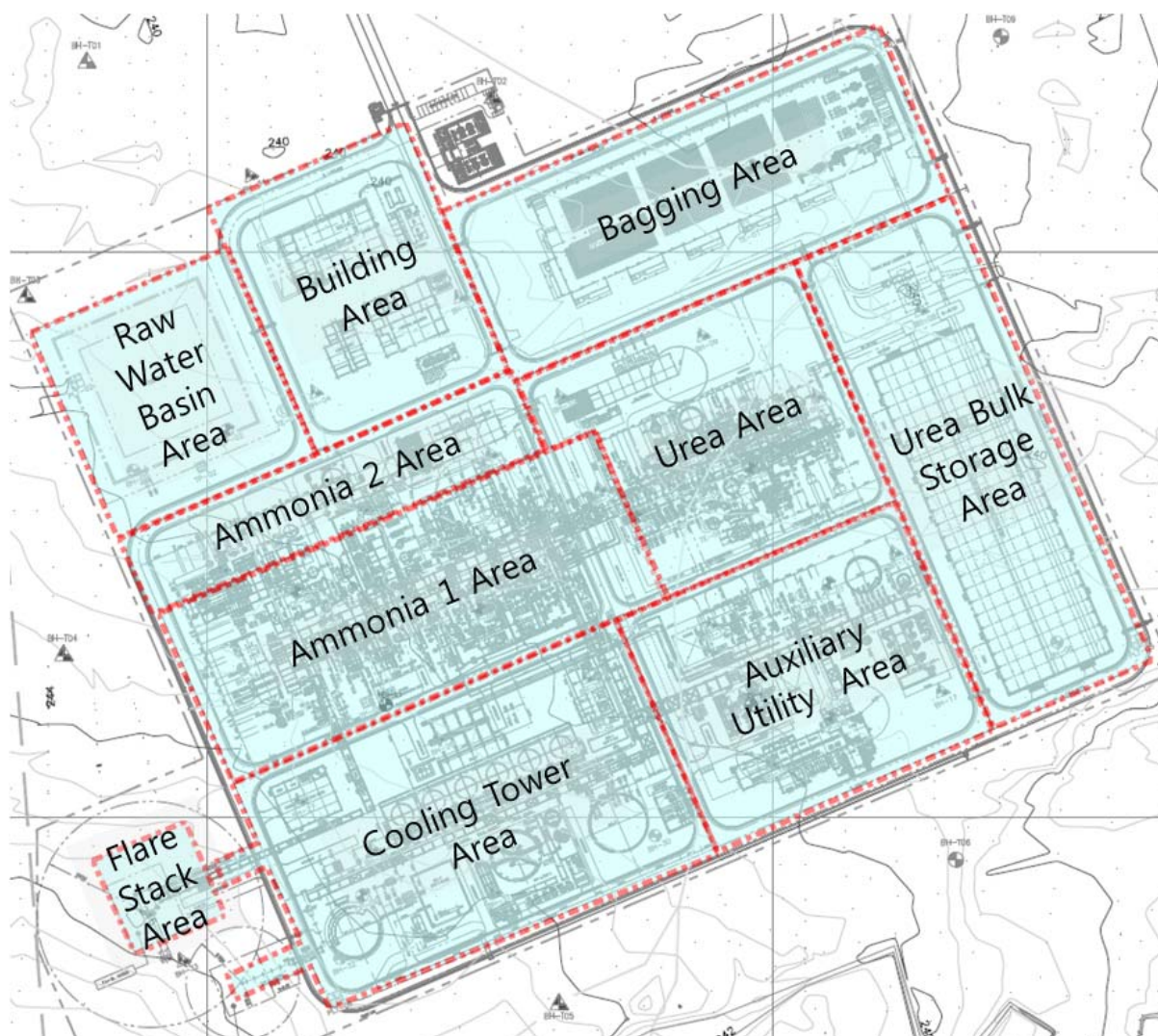
Al momento de la investigación del suelo, el nivel freático ha sido observado a una elevación de entre 4.0 y 6.0 m de profundidad, pero la evidencia de la tabla de agua se encontró con 1m de profundidad en la parte superior. Este flujo de agua freática puede variar según la condición estacional y preparación del sitio, por lo que se debe considerar varios niveles freáticos para el diseño de detalle.

Se debe efectuar remoción de arboles, raíces y suelo vegetal superior en todo el lugar.

### **4.2. Perfil de Suelo**

El sitio es clasificado según las características del suelo en consideración del nivel de formación final +241 m, como se indica en la Figura 5.

Después de la preparación del sitio, se estima el perfil de suelo en base al informe de suelo y elevación natural de suelo en el área de corte, y se estima que el suelo excavado sea compactado capa por capa en el área de relleno.



**Figura 5. Clasificación del Sitio**

**1) Área de Amoniaco 1**

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +241 y +243.5 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. La capa del suelo se hace más duro con profundidad en forma gradual.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones      BH-22   BH-23   BH-24   BH-13
- DCPT      CP-05   CP-06

**Tabla 1: Área Amoniaco 1**

<b>Capa</b>	<b>Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)</b>		<b>Descripción</b>	<b>Parámetros Geotécnicos</b>
	<b>De</b>	<b>A</b>		
1	Suelo	1.0	Limo inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ LL = 24% IP = 5 ÷ 8 F.C. = 65 ÷ 68% $N_{\text{SPT}} = 10$
2	1.0	4.0	Arena limosa de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 12 ÷ 23% $N_{\text{SPT}} = 25$ $\phi' = 20^\circ$
3	4.0	7.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 13 ÷ 17% $N_{\text{SPT}} = 35$ $\phi' = 25^\circ$
4	7.0	8.0	Limo inorgánico de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 64% $N_{\text{SPT}} = 20$ $\phi' = 23^\circ$
5	8.0	11.0	Arena limosa, muy rígida	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 15% $N_{\text{SPT}} = 45$ $\phi' = 27^\circ$

6	11	-	Grava y roca	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ $F.C. = 6 \div 11\%$ $N_{SPT} = 50$ $\phi' = 35^\circ$
---	----	---	--------------	--

- $LL$  = límite de líquido
- $IP$  = índice de plasticidad
- $F.C.$  = contenido de finos (limo + arcilla)
- $N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm
- $\phi'$  = ángulo de fricción interna

## 2) Área de Amoniaco 2

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +241 y +242 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. La capa del suelo se hace más duro con profundidad en forma gradual, pero excepcionalmente se encuentra la capa de arcilla de 1 m o 1.5 m de espesor en forma irregular.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones      BH-19   BH-20   BH-21

**Tabla 2: Área Amoniaco 2**

Capa	Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)		Descripción	Parámetros Geotécnicos
	De	A		
1	Suelo	1.0	Arcilla inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ $LL = 29\%$ $IP = 11$ $F.C. = 76 \div 84\%$ $N_{SPT} = 5$

2	1.0	4.0	Arena limosa de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 10 ÷ 40% $N_{\text{SPT}} = 15$ $\phi' = 25^\circ$
3	4.0	7.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 12 ÷ 40% $N_{\text{SPT}} = 30$ $\phi' = 25^\circ$
4	7.0	8.0	Arena limosa de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 19% $N_{\text{SPT}} = 25$ $\phi' = 25^\circ$
5	8.0	11.0	Arena limosa con grava, muy rígida	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 13 ÷ 18% $N_{\text{SPT}} = 40$ $\phi' = 27^\circ$
6	11	-	Grava y roca	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 12% $N_{\text{SPT}} = 50$ $\phi' = 35^\circ$

- *LL = límite de líquido*
- *IP = índice de plasticidad*
- *F.C. = contenido de finos (limo + arcilla)*
- *$N_{\text{SPT}}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm*
- *$\phi'$  = ángulo de fricción interna*

### 3) Área de Urea

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +239.5 y +241 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. Existe capa suave entre 8m y 9.5m de profundidad, por lo que cuando se realice el piloteado la longitud debe ser suficiente para soportar los pilotes en capa dura.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones      BH-09   BH-10   BH-11   BH-12
- DCPT              CP-03   CP-04

**Tabla 3: Área de Urea**

<b>Capa</b>	<b>Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)</b>		<b>Descripción</b>	<b>Parámetros Geotécnicos</b>
	<b>De</b>	<b>A</b>		
1	Suelo	1.5	Arcilla inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ LL = 22% ÷ 29% IP = 6 ÷ 13 F.C. = 60 ÷ 90% $N_{\text{SPT}} = 5$
2	1.5	3.0	Limo inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 66% $N_{\text{SPT}} = 10$ $\phi' = 18^\circ$
3	3.0	5.0	Arena limosa de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 13 ÷ 30% $N_{\text{SPT}} = 20$ $\phi' = 25^\circ$

4	5.0	8.0	Arena limosa con grava o área arcilla con grava, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 12 ÷ 35% $N_{SPT} = 30$ $\phi' = 25^\circ$
5	8.0	9.5	Arcilla inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ LL = 36% IP = 17 F.C. = 96 ÷ 99% $N_{SPT} = 7$
6	9.5	11.0	Arena limosa con grava, rígido	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 15% $N_{SPT} = 40$ $\phi' = 27^\circ$
7	11	-	Grava y roca	-

- *LL = límite de líquido*
- *IP = índice de plasticidad*
- *F.C. = contenido de finos (limo + arcilla)*
- *$N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm*
- *$\phi'$  = ángulo de fricción interna*

#### 4) Área de Torre de Enfriamiento

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +242 y +244 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. La capa del suelo se hace más duro con profundidad en forma gradual, pero generalmente la capa de arcilla de aprox. 2m de espesor se encuentra en la capa superior.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:



- Perforaciones      BH-25   BH-26   BH-27   BH-28   BH-29   BH-30  
                             BH-31   BH-32
- DCPT              CP-09

**Tabla 4: Área de Torre de Enfriamiento**

<b>Capa</b>	<b>Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)</b>		<b>Descripción</b>	<b>Parámetros Geotécnicos</b>
	<b>De</b>	<b>A</b>		
1	Suelo	1.5	Arcilla inorgánica o limo inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ LL = 30% IP = 4 ÷ 13 F.C. = 52 ÷ 87% N <sub>SPT</sub> = 10
2	1.5	4.0	Arena, limo o área limosa de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 13 ÷ 43% N <sub>SPT</sub> = 30 $\phi' = 25^\circ$
3	4.0	8.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 13 ÷ 20% N <sub>SPT</sub> = 40 $\phi' = 27^\circ$
4	8.0	11.0	Arena limosa con grava, muy rígida	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 11 ÷ 15% N <sub>SPT</sub> = 45 $\phi' = 27^\circ$
5	11	-	Grava y roca	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 35% N <sub>SPT</sub> = 50 $\phi' = 35^\circ$

- $LL$  = límite de líquido
- $IP$  = índice de plasticidad
- $F.C.$  = contenido de finos (limo + arcilla)
- $N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm
- $\phi'$  = ángulo de fricción interna

#### 5) Área de Servicio Auxiliar

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +241 y +242 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. La capa del suelo se hace más duro con profundidad en forma irregular, pero la capa de arcilla de 1 m o 1.5 m de espesor se encuentra en la capa superior.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones      BH-14   BH-15   BH-16   BH-17   BH-18
- DCPT      CP-07   CP-08

**Tabla 5: Área de Servicio Auxiliar**

<b>Capa</b>	<b>Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)</b>		<b>Descripción</b>	<b>Parámetros Geotécnicos</b>
	<b>De</b>	<b>A</b>		
1	Suelo	1.5	Arcilla inorgánica, suelta	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ $LL = 29\%$ $IP = 8 \div 18$ $F.C. = 56 \div 84\%$ $N_{SPT} = 5$

2	1.5	5.0	Arena limosa de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = $9 \div 44\%$ $N_{SPT} = 18$ $\phi' = 20^\circ$
3	5.0	8.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = $14 \div 22\%$ $N_{SPT} = 35$ $\phi' = 25^\circ$
4	8.0	11.0	Área limosa con grava, muy rígida	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = $11 \div 15\%$ $N_{SPT} = 45$ $\phi' = 27^\circ$
5	11	-	Grava y roca	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = $7\%$ $N_{SPT} = 50$ $\phi' = 35^\circ$

- *LL = límite de líquido*
- *IP = índice de plasticidad*
- *F.C. = contenido de finos (limo + arcilla)*
- *$N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm*
- *$\phi'$  = ángulo de fricción interna*

#### 6) Área de Edificio

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +239.5 y +242 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. No se encuentra la capa de roca a 12m de profundidad o mayor.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones BH-03 BH-04

**Tabla 6: Área de Edificio**

Capa	Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)		Descripción	Parámetros Geotécnicos
	De	A		
1	Suelo	3.0	Limo inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ $LL = 21 \div 55\%$ $IP = 13 \div 27$ $F.C. = 75 \div 96\%$ $N_{SPT} = 6$
2	3.0	6.0	Arcilla limosa de baja plasticidad de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ $F.C. = 67 \div 76\%$ $N_{SPT} = 20$ $\phi' = 18^\circ$
3	6.0	12.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ $F.C. = 14 \div 33\%$ $N_{SPT} = 25$ $\phi' = 25$
4	12	-	Limo con grava	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ $F.C. = 19\%$ $N_{SPT} = 40$ $\phi' = 35^\circ$

- $LL$  = límite de líquido
- $IP$  = índice de plasticidad
- $F.C.$  = contenido de finos (limo + arcilla)

- $N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm
- $\phi'$  = ángulo de fricción interna

## 7) Área de Ensacado

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila en +239.5 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones      BH-01   BH-02
- DCPT      CP-01

**Tabla 7: Área de Ensacado**

Capa	Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)		Descripción	Parámetros Geotécnicos
	De	A		
1	Suelo	6.0	Arcilla inorgánica, suelta	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ LL = 22 ÷ 36% IP = 8 ÷ 17 F.C. = 75 ÷ 97% $N_{SPT} = 7$
2	6.0	8.0	Arcilla limosa de baja plasticidad, suelta	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 75% $N_{SPT} = 11$ $\phi' = 18^\circ$
3	8.0	11.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 11 ÷ 40% $N_{SPT} = 40$

				$\phi' = 25^\circ$
4	11	-	Grava y roca	-

- $LL$  = límite de líquido
- $IP$  = índice de plasticidad
- $F.C.$  = contenido de finos (limo + arcilla)
- $N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm
- $\phi'$  = ángulo de fricción interna

#### 8) Área de Deposito de Urea a Granel

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +239.5 y +241 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m. La capa superior entre 2 y -4 m está compuesta por arcilla inorgánica.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones      BH-06   BH-07   BH-08   BH-T07

**Tabla 8: Área de Deposito de Urea a Granel**

Capa	Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)		Descripción	Parámetros Geotécnicos
	De	A		
1	Suelo	4.0	Arcilla inorgánica, suelta	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ $LL = 21 \div 31\%$ $IP = 6 \div 11$ $F.C. = 61 \div 81\%$ $N_{SPT} = 11$
2	4.0	10.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ $F.C. = 8 \div 13\%$ $N_{SPT} = 25 \div 50$

				$\phi' = 27^\circ$
3	10	-	Grava y roca	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 24% $N_{SPT} = 50$ $\phi' = 30^\circ$

- $LL$  = límite de líquido
- $IP$  = índice de plasticidad
- F.C. = contenido de finos (limo + arcilla)
- $N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm
- $\phi'$  = ángulo de fricción interna

#### 9) Área de Cuenca de Agua Cruda

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +239.5 y +241 m aprox., y el nivel de formación final es de +241 m.

El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones **BH-05**
- **DCPT** **CP-02**

**Tabla 9: Área de Cuenta de Agua Cruda**

Capa	Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)		Descripción	Parámetros Geotécnicos
	De	A		
1	Suelo	3.0	Limo inorgánico, suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ LL = 26 ÷ 55% IP = 13 ÷ 27

				F.C. = 75 ÷ 96% N <sub>SPT</sub> = 6
2	3.0	6.0	Arcilla limosa de baja plasticidad de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 44 ÷ 80% N <sub>SPT</sub> = 20 $\phi' = 18^\circ$
3	6.0	12.0	Área limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 10 ÷ 3% N <sub>SPT</sub> = 40 $\phi' = 25^\circ$
4	12.0	18.0	Arcilla inorgánica de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ LL = 24 ÷ 27% IP = 8 ÷ 12 F.C. = 50 ÷ 80% N <sub>SPT</sub> = 15
5	18	-	Limo con grava	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 19% N <sub>SPT</sub> = 50 $\phi' = 35^\circ$

- *LL = límite de líquido*
- *IP = índice de plasticidad*
- *F.C. = contenido de finos (limo + arcilla)*
- *N<sub>SPT</sub> = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm*
- *$\phi'$  = ángulo de fricción interna*

#### 10) Área de Tea Elevada

La elevación natural de la superficie del suelo en esta área oscila entre +245 y +246 m aprox., y el nivel de formación final es de **+245.5 m.**



El perfil del suelo a lo largo del área se deriva de los siguientes puntos de investigación:

- Perforaciones BH-33

**Tabla 10: Área de Tea Elevada**

Capa	Profundidad desde el Nivel de Formación Final (m)		Descripción	Parámetros Geotécnicos
	De	A		
1	Suelo	3.0	Limo inorgánico o Arena limosa, Suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ F.C. = 20 ÷ 40% $N_{\text{SPT}} = 4$ $\phi' = 18^\circ$
2	3.0	4.0	Limo inorgánico, Suelto	$\gamma_n = 1.6 \text{ t/m}^3$ LL = 36% IP = 10 F.C. = 93% $N_{\text{SPT}} = 4$
3	4.0	7.0	Limo inorgánico de densidad media	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 53% $N_{\text{SPT}} = 15$ $\phi' = 20^\circ$
4	7.0	9.0	Arena limosa, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 16 ÷ 30% $N_{\text{SPT}} = 30$ $\phi' = 25^\circ$
5	9.0	-	Arena limosa con grava, densa	$\gamma_n = 1.9 \text{ t/m}^3$ F.C. = 15% $N_{\text{SPT}} = 60$ $\phi' = 30^\circ$

- $LL$  = límite de líquido
- $IP$  = índice de plasticidad
- $F.C.$  = contenido de finos (limo + arcilla)
- $N_{SPT}$  = cantidad de golpe registrada en los ensayos de SPT para penetración de 30cm
- $\phi'$  = ángulo de fricción interna

## 5. CIMENTACIONES

### 5.1. Consideraciones Generales

Se podrá aplicar cimentación superficial o cimentación con pilotes, y de ser posible, la mejora del suelo, tales como el relleno, podría considerarse.

Se detalla a continuación información detallada de tipos de cimentación, pero no se limita a:

- Se aplica cimentación superficial para la mayor parte de equipos estacionarios, bombas y otros equipos menores.
- Se considera cimentación profunda (pilote) para cimentaciones de equipos pesados tales como torre alto, compresor, tanque de almacenamiento de amoniaco, etc.

No obstante, los tipos de cimentación podrán ser modificados durante la fase de diseño de ingeniería de detalle en base a la condición del suelo.

Una cimentación apta para cualquier estructura debe satisfacer dos criterios independientes básicos con respecto a los suelos de cimentación subyacentes. Primero, la cimentación debe tener un adecuado factor de seguridad contra el exceso de capacidad de carga del suelo para las cimentaciones. Segundo, el movimiento vertical de la cimentación debido al asentamiento o hinchazón de los suelos de cimentación debe estar dentro de los límites tolerables para las estructuras.

Para mantener asentamientos dentro de los límites tolerables, es posible que sea necesario soportar maquinaria grande pesada sobre las losas de la cimentación. Las losas de la cimentación son losas de hormigón armado resistentes a la carga, mayor a 5 m de ancho. Las losas de las cimentaciones también podrán utilizarse para soportar estructuras sujetas a momentos grandes de torsión. Las losas de cimentación pueden ser un tipo de cimentación segura y económica.

Los anchos mínimos y las profundidades de empotramiento (base de cimentación) subterráneos para cimentaciones superficiales deben estar conforme a la tabla 11.

Cuando se requiere el relleno por debajo de la cimentación, relleno estructural se debe usar como materiales arenosos. Debe ser compactado al 95% de la densidad seca máxima. Cuando la excavación está hecha, se debe evitar el suelo de arcilla suave en la superficie excavada debajo de la cimentación.

**Tabla 11: Tipo y Profundidad de Cimentaciones**

<i><b>Tipo de Cimentación</b></i>	<i><b>Ancho Mín. de Cimentación (m)</b></i>	<i><b>Profundidad Min. de Empotramiento de Zapata (m)</b></i>
Zapatas Continuas	1.0	0.6
Zapatas en Tiras	0.5	0.6
Losa de Cimentación	5.0	0.5

Se debe efectuar remoción de árboles, raíces y suelo vegetal superior en todo el lugar para reducir asentamiento de largo plazo. En el área de corte de preparación del sitio, la mayor parte del suelo suave superior puede ser removida durante el trabajo de preparación del sitio, pero en el área de relleno de preparación del sitio, los materiales de relleno especificados deben ser seleccionado y rellenados con compactación.

## 5.2. Criterio para el Diseño Estático de las Cimentaciones Superficiales

### 5.2.1. Teoría de las Cimentaciones Superficiales

Existen algunas ecuaciones de la capacidad de carga del suelo para la cimentación superficial, la teoría de Terzaghi y la ecuación de capacidad de carga del suelo general (teoría de Meyerhof) son aplicables.

Terzaghi sugiere que para una cimentación continua o en tiras (es decir, la relación ancho-a-longitud de la cimentación se acerca a cero), la superficie de falla en el suelo a carga de rotura podrá suponerse que es similar a lo indicado en la Figura 6.

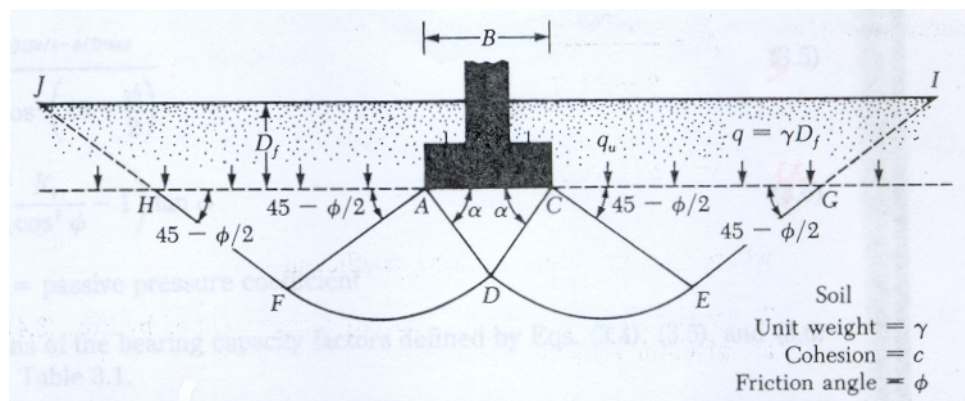


Figura 6. Falla de Capacidad de Carga del Suelo debajo de la Cimentación Continua Rígida

El efecto del suelo arriba de la parte inferior de la cimentación también podrá ser supuesto que sea reemplazado por una sobrecarga adicional equivalente,  $q = \gamma D_f$  (donde  $\gamma$  = peso unitario del suelo). La zona de falla debajo de la cimentación puede separarse en tres partes (ver Figura 6)

1. La zona triangular de  $ACD$  inmediatamente debajo de la cimentación
2. Las zonas de corte radial de  $ADF$  y  $CDE$ , con curvas de  $DE$  y  $DF$  siendo arcos de un espiral logarítmica
3. Dos zonas pasivas triangulares Rankine de  $AFH$  y  $CEG$

Los ángulos de  $CAD$  y  $ACD$  se suponen que serán iguales al ángulo de fricción del suelo.

Nótese que, con el reemplazo del suelo arriba de la parte inferior de la cimentación por una sobrecarga  $q$  equivalente, la resistencia al corte a lo largo de las superficies de falla de GI y HJ fue despreciada.

En este estudio del suelo, se aplicó las recomendaciones del “Informe de Investigación Geotecnia PAU-ECI-C-RPT-00002” en referencia a la cimentación superficial.

Para las cimentaciones presentadas mediante falla de corte general

$$q_u = 1.3 * c' * N_c + q * N_q + 0.4 \gamma * B * N_\gamma \text{ (Cimentación Cuadrada)}$$

$$q_u = 1.3 * c' * N_c + q * N_q + 0.3 \gamma * B * N_\gamma \text{ (Cimentación Circular)}$$

$$q_u = c' * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} \gamma * B * N_\gamma \text{ (Cimentación Continua)}$$

Para las cimentaciones presentadas mediante falla de corte local

$$q_u = 0.867 c' * N'_c + q * N'_q + 0.4 \gamma * B * N'_\gamma \text{ (Cimentación Cuadrada)}$$

$$q_u = 0.867 c' * N'_c + q * N'_q + 0.3 \gamma * B * N'_\gamma \text{ (Cimentación Circular)}$$

$$q_u = \frac{2}{3} c' * N'_c + q * N'_q + \frac{1}{2} \gamma * B * N'_\gamma \text{ (Cimentación Continua)}$$

Ecuación general para capacidad de carga

$c'$  = Cohesión

$q$  = Esfuerzo efectivo al nivel de rudeza de la cimentación

$\gamma$  = Peso específico del suelo

$B$  = Ancho de cimentación (= diámetro para cimentación circular)

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factor de capacidad de carga (ver ANEXO 4)

Para obtener la capacidad de carga del suelo permisible de las ecuaciones citadas anteriormente,  $q_u$  debe ser dividido por el factor de seguridad 3.

### **5.2.2. Capacidad del Suelo de Cimentación Superficial**

La presión de carga admisible para las cimentaciones superficiales, losas de cimentación en tiras las losas soportadas en suelos naturales o suelo de relleno estructural compactado en sitio será limitado por tolerancia de asentamiento de estructuras individuales, o por capacidad de carga del suelo, dependiendo del ancho de cimentación y profundidad de influencia. Por lo general, para zapatas

superficiales en tiras y extendidas, la presión de carga debe limitarse de manera que el asentamiento total de la cimentación no exceda 25 mm, con asentamientos diferenciales de alrededor del 50%, o de manera que la capacidad de carga del suelo no será excedida, cualquiera que sea menor entre los dos valores.

El relación de diferencial de los asentamientos totales para las losas de cimentación sobre arena es típicamente la mitad de una zapata superficial (Terzaghi, Peck y Mesri, 1996). Por consiguiente, la cantidad de asentamiento que una losa de cimentación puede tolera es dos veces la de una cimentación en tiras o superficial extendido, usualmente 50 mm. Sin embargo, la actual tolerancia de asentamiento de las diversas estructuras puede ser definida por el ingeniero de estructuras.

Se estima que la presión de carga admisible de las cimentaciones superficiales extendidas, en tiras, losas de varios tamaños y profundidades de empotramiento, como el menor de los dos valores calculados en base a las consideraciones de asentamiento, utilizando el método propuesto para calcular la presión de carga admisible del suelo para un asentamiento total tolerable de 25 mm para las cimentaciones en tiras y extendidas y de 50 mm para losas de cimentación. La tolerancia actual de asentamiento de diversas estructuras puede ser definida por el ingeniero de estructuras.

La capacidad de carga admisible para diversos tamaños de cimentaciones y profundidades de empotramiento se indica en la ANEXO 5. La cimentación de 5m de ancho ha sido calculada como cimentación extendida y cimentación en tiras, para cimentación mayor a 5m de ancho como losa de cimentación en la ANEXO 5.

La teoría sobre el asentamiento se detalla a continuación.

#### 1) Asentamiento Elástico

El asentamiento elástico de una cimentación superficial puede estimarse mediante la teoría de elasticidad.

$$S_e = \int_0^H \varepsilon_z dz = \frac{1}{E_s} \int_0^H (\Delta p_z - \mu_s \Delta p_x - \mu_x \Delta p_y) dz$$

Donde

$S_e$  = Asentamiento elástico

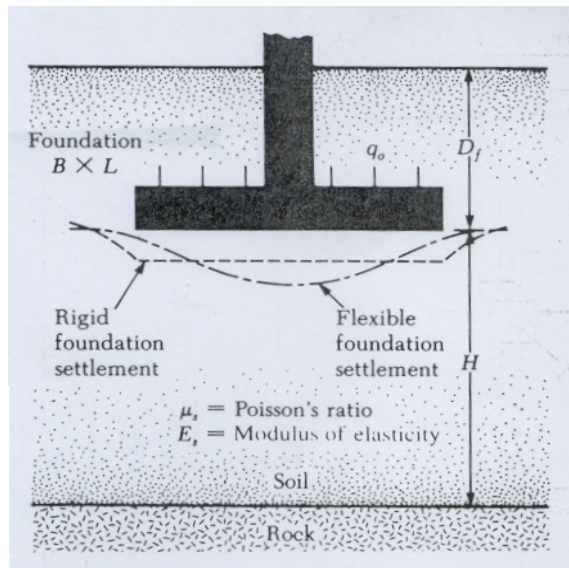
$E_s$  = Modulo de elasticidad del suelo

$H$  = Espesor de capa del suelo

$\mu_s$  = Relación de Poisson del suelo

$\Delta p_x, \Delta p_y, \Delta p_z$  = Incremento de esfuerzo debido a la carga neta aplicada a la cimentación aplicada neta en direcciones "x", "y", y "z", respectivamente

El asentamiento elástico puede suponerse como la figura 7.



**Figura 7. Asentamiento Elástico de Cimentaciones Rígidas y Flexibles**

Teóricamente, si la profundidad de la cimentación es  $D_f = 0$ , y la cimentación es perfectamente flexible, de acuerdo a Harr (1966), el asentamiento puede expresarse como

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Esquina de cimentación flexible})$$

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha \quad (\text{Centro de cimentación flexible})$$

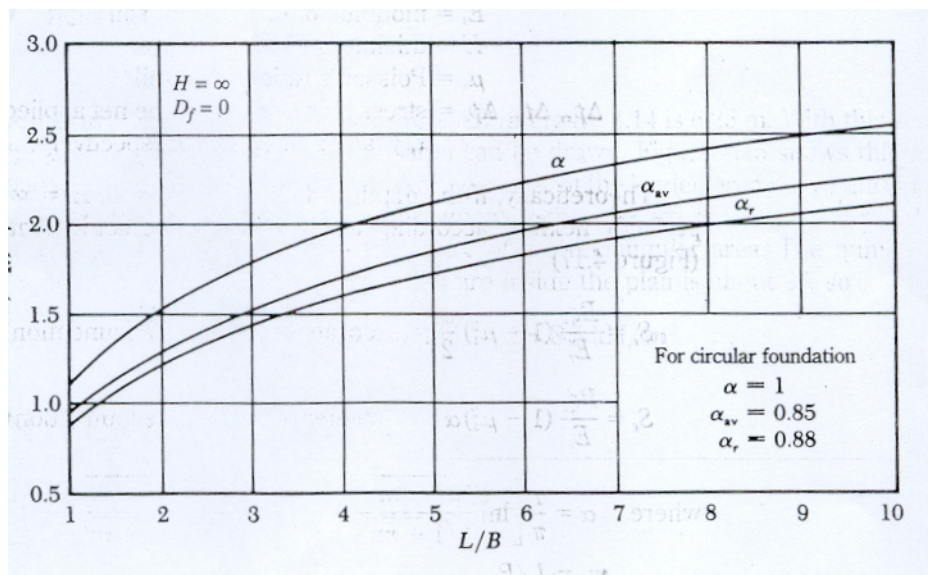
$$\text{Donde } \alpha = \frac{1}{\pi} \left[ \ln \left( \frac{\sqrt{1+m_1^2} + m_1}{\sqrt{1+m_1^2} - m_1} \right) + m \ln \left( \frac{\sqrt{1+m_1^2} + 1}{\sqrt{1+m_1^2} - 1} \right) \right]$$

$$m_1 = L/B$$

B = Ancho de cimentación

L = Longitud de cimentación

Los valores de las relaciones longitud-a-ancho (L/B) se indican en la Figura 8.



**Figura 8. Valores de  $\alpha$ ,  $\alpha_{av}$  y  $\alpha_r$**

El asentamiento inmediato promedio para una cimentación flexible también puede expresarse como

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha_{av} \quad (\text{Promedio para cimentación flexible}) \quad (5-2-15)$$

La Figura 8 también muestra los valores de  $\alpha_{av}$  para varias relaciones longitud-a-ancho de cimentación.

El asentamiento inmediato será diferente y puede expresarse como



$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \alpha_\gamma \quad (\text{Cimentación rígida}) \quad (5-2-16)$$

Los valores de  $\alpha_\gamma$  para varios ratios L/B de cimentación se muestran en la Figura 8.

## 2) Asentamiento Consolidado

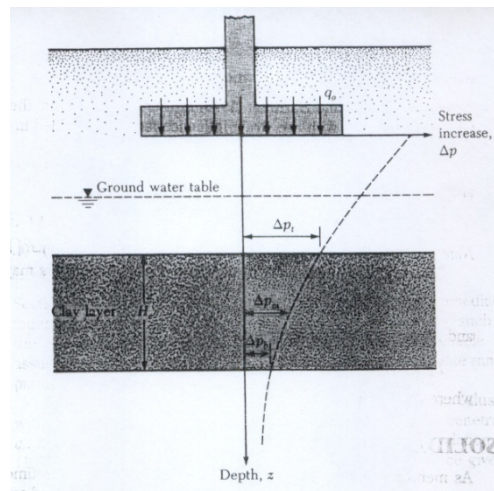
La consolidación ocurre en los suelos arcillosos saturados cuando estos están sujetos al incremento de carga a causa de sobrecarga. En base a las ecuaciones dadas para la consolidación del asentamiento unidimensionalmente, como sigue:

$$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) \left[ (1 - \mu_s^2) F_1 + (1 - \mu_s - 2\mu_s^2) F_2 \right]$$

Por lo que,

$$S = \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o} \right) \quad \text{para arcilla consolidada normal}$$

$$S = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \left( \frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o} \right) \quad \text{para arcilla sobre-consolidada con } P_o + \Delta P_{av} < P_c$$



**Figura 9. Asentamiento de consolidación de cimentaciones**

### **5.3. Criterio para Diseño Estático de Pilotes**

#### **5.3.1. Aplicaciones de Pilotes**

Se estima que algunas de las estructuras planeadas en sitio serán bastante pesadas y la presión sobre el suelo debido a estas estructuras podría causar asentamiento en exceso de los límites tolerables. Por tanto, se puede considerar el uso de los pilotes. En adición, la cimentación con pilotes pueden usarse para soportar estructuras altas y asentamientos en estructuras sensitivas a carga pesada. Se recomienda que el espaciado mínimo de pilotes centro-centro sea tres veces el diámetro del pilote.

Se recomienda el método de piloteado que los pilotes de hormigón colados en sitio. Existe área limosa muy densa con capa de grava en forma irregular en niveles inesperados antes de alcanzar la capa de soporte duro, pero el pilote debe instalarse con mayor profundidad para llegar a la capa de soporte duro.

Es posible estimar aproximadamente la capa dura para soportar los pilotes en base a la Figura 10, pero este contorno sólo es un estimativo según el informe del suelo, y la capa dura no es única y es irregular, por lo que la longitud del pilote actual debe ser determinada en sitio durante la construcción. La capa dura se verificará en sitio con la máquina del taladro. El contorno de capa dura en la Figura 10 puede ser utilizado sólo de referencia para estimar la capa de soporte de pilote.

Generalmente la capa dura se distribuye entre +228 y +233, pero el área de edificio tiene una capa muy dura y profunda a 20 m aproximadamente. Otra área puede tener distribución diferente o más profunda, por lo que la capa dura debe ser detectada en sitio durante la construcción.

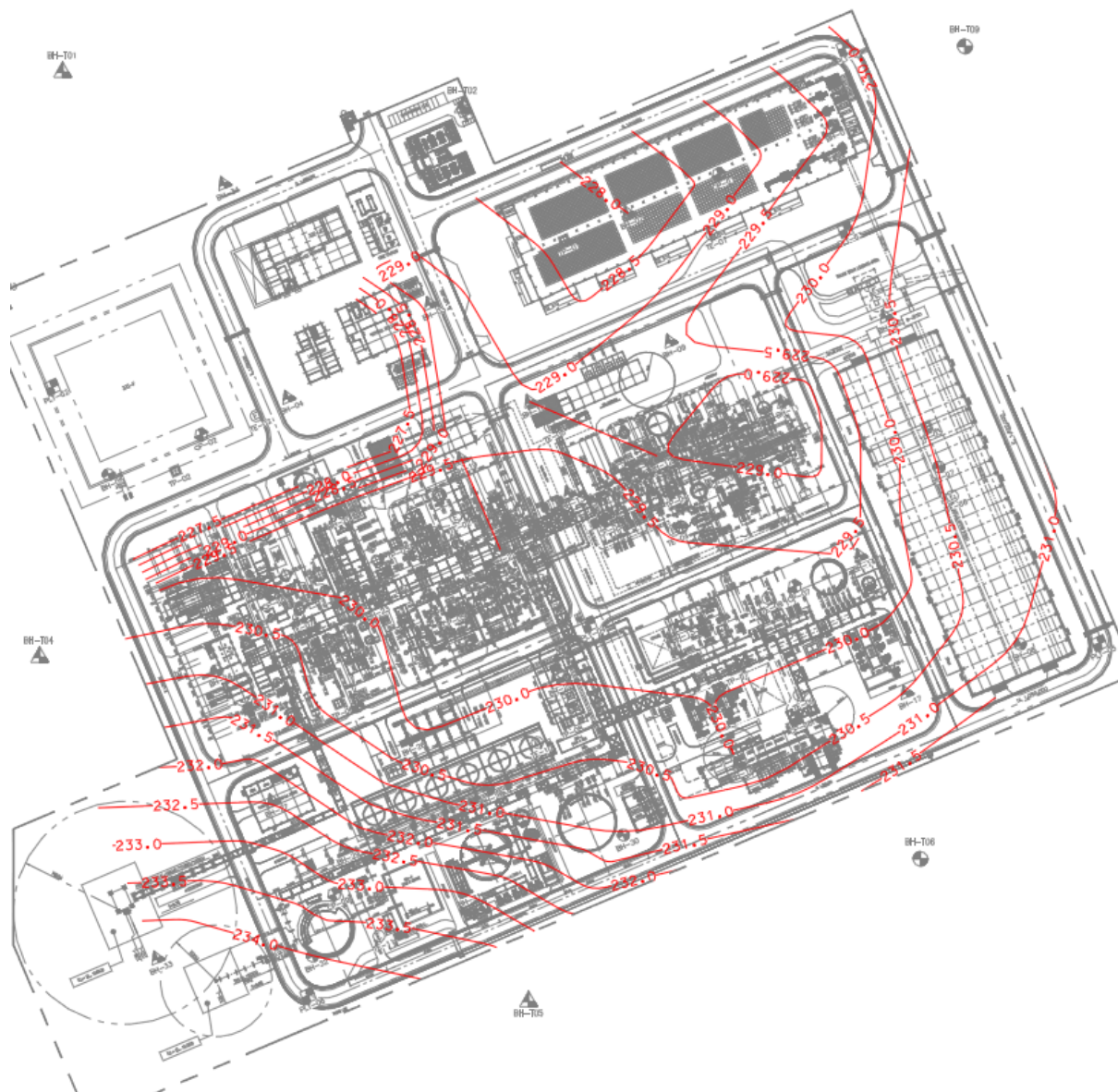


Figura 10. Contorno de Capa Dura

### 5.3.2. Capacidad de Pilotes

La capacidad de compresión final,  $Q$ , para una penetración de pilote de hormigón se toma como la suma de fricción superficial sobre la pared del pilote,  $Q_s$ , y carga final sobre la punta del pilote,  $Q_p$  de modo que:

$$Q = Q_s + Q_p = \sum f A_s + q A_p$$

Donde  $A_s$  y  $A_p$  representa respectivamente, la superficie empotrada y el área al extremo del pilote,  $f$  y  $q$  representa respectivamente, la fricción superficial unitaria y carga final. De acuerdo a “PAU-ECI-C-RPT-00002 Informe de Investigación Geotécnica por INSEPE”, para pilotes, la capacidad de carga estimada usando dos métodos Reese and Wright (1977) y O’Neil and Reese (1988), ambos métodos son aprobados por las “ESPECIFICACIONES ESTANDARES PARA PUENTES DE AUTOPISTAS DE AASHTO, EDICION 17, 2002.” En los cálculos, la capacidad de pilote de 0.6 de diámetro es calculada porque el pilote de diámetro de 0.6 es el más económico y tamaño adecuado para la construcción de pilotes de hormigón colados y perforados en sitio. La capacidad de pilote permisible que se calcula en base a los valores teóricos está indicada en la ANEXO 6. De acuerdo al resultado del cálculo, la capacidad permisible a la compresión del pilote se puede estimar aproximadamente 100 toneladas por cada pilote. La longitud de pilote o capacidad de pilote podrá modificarse en sitio, conforme a la condición del sitio o resultado de la prueba al pilote.

De acuerdo a las “ESPECIFICACIONES ESTANDARES PARA PUENTES DE AUTOPISTAS DE AASHTO, EDICION 17, 2002”, las flechas de perforación en suelo o abocardados en roca deben ser diseñados para un factor mínimo de seguridad de 2.0 contra falla de capacidad de carga (carga extremo, resistencia lateral o combinado), cuando el diseño se basa en los resultados de una prueba de carga efectuada en sitio. De otra manera, las flechas deben ser diseñadas para un factor mínimo de seguridad de 2.5. Se recomienda el factor de seguridad de 2.5 para obtener las cargas permisibles.

### 5.3.3. Prueba de Carga en Pilote

Las pruebas de carga en pilote deben realizarse para verificar las capacidades permisibles de pilote. En caso de que los resultados de las pruebas de carga en pilote en la ubicación de las estructuras específicas o cimentaciones de los equipos son mayores que los valores teóricos, la capacidad actual de pilote puede obtenerse. La prueba de carga en pilote debe seguir el Estándar ASTM.

## 5.4. Estructuras en Rasante

### 5.4.1. General

Las estructuras en rasante con piso amplio serán revisadas a través del análisis asentamiento limitado, por lo que el tanque de almacenamiento con fondo plano o pendiente y el depósito de gran escala con losa amplia por encima de la cuenca serán revisados. Sin embargo, la tolerancia actual de asentamiento de varias estructuras podría ser determinada por el ingeniero de estructuras.

De no haber determinación del asentamiento permisible por el ingeniero de estructuras, la limitación del asentamiento podrá ser referida a “Cuerpo de Ingenieros del Ejercito de los Estados Unidos: Ingeniería y Diseño de ANALISIS DE ASENTAMIENTO; CECW-EG Manual de Ingeniero 1110-1-1904, Capitulo 2 “Limitación del Asentamiento” y “Análisis y Diseño de Cimentación, Joseph E. Bowles”: El asentamiento total esta descrita en la Tabla 12.

Tabla 12. Asentamiento Total  
Asentamiento Promedio Max. Permisible de Algunas Estructuras

<u>Tipo de Estructura</u>	<u>Asentamiento</u>
Paredes de ladrillo armado y Paredes de ladrillo con hormigón armado	150 mm
Chimeneas de soporte, silos, torres, Cimentación de anillo, etc.	300 mm

El asentamiento diferencial, que causa distorsión y daños en las estructuras, es una función de uniformidad de la rigidez del suelo de la estructura, rigidez del suelo, y distribución de cargas dentro de la estructura. Las limitaciones de asentamiento diferencial dependen de la aplicación.

La distorsión angular admisible de la estructura debe ser mayor que la distorsión angular máxima estimada de la cimentación, para tanques circulares de acero sobre la base flexible con cúpula flotante; acabado insensible de marcos de hormigón armado o de acero tales como la pared seca es de  $L/300 - L/500$  para  $\delta/L$  ( $\delta$ : Desplazamiento,  $L$ : Longitud entre dos puntos adyacentes).

#### **5.4.2. Tanque de Almacenamiento**

La base del tanque de almacenamiento debe estar soportado sobre colchón de arena, por lo menos 600 mm por encima del nivel y coronado con una pendiente adecuada (por ejemplo: 1/120) del centro al borde para facilitar el drenaje. El colchón de arena debe ser colocado y compactado, y los tanques podrían ser soportados sobre la cimentación tipo anillo de pared o sobre almohadilla de hormigón en los pilotes. Las cimentaciones del tanque deben estar diseñadas de manera que la presión de carga y asentamiento de los tanques se mantengan dentro de límites tolerables.

Los anillo de paredes deben ser contruidos de hormigón, y el diseño y la construcción de los anillos de paredes deben estar de acuerdo con API 650.

La presión de carga de diseño de anillos de paredes de hormigón, y las bases de tanque soportadas sobre relleno, colocados y compactados de acuerdo con relleno estructural. La presión de carga de diseño permisible será probablemente limitada por los asentamientos tolerables para el tanque.

Los asentamientos diferenciales, alrededor de los anillos de paredes y de los anillos de paredes al centro de la base del tanque, estimadas desde el asentamiento descrito en las curvas anteriores, deben ser comparados con los fabricantes sobre

los asentamientos diferenciales tolerables para comprobar la idoneidad del tanque para este sitio.

Los asentamientos de tanque tolerables pueden ser especificados por el fabricante del tanque, de otra manera el siguiente criterio de asentamiento será aplicado. El asentamiento del tanque de almacenamiento debe ser verificado nuevamente en las hojas de cálculo de la cimentación, y el asentamiento total en la Tabla 12 podrá ser referido para determinar el tipo de cimentación del tanque de almacenamiento. Además, la asentamiento del tanque de almacenamiento (centro a borde) tiene bajo  $L/300$  para  $\delta / L$ . ( $\delta$ : Desplazamiento, L: Longitud entre dos puntos adyacentes).

El tanque de almacenamiento principal de este proyecto está en la Tabla 13.

Se asume que el tanque es soportado sobre la cimentación de tipo pared de anillo y la parte inferior de la cimentación se ubica a 2.0m de profundidad, y el interior de la pared de anillo es relleno con arena. Se recomienda que la tierra debajo de algunas de las cimentaciones se reemplace con grava o piedra triturada según las observaciones de la tabla 13.

Tabla 13: Tanque de Almacenamiento Principal

<i>N. de Ítem/Nombre</i>	<i>Diámetro Estimado de Cimentación  Aprox.(m)</i>	<i>Profundidad Estimada de Empotramiento de Zapata  (m)</i>	<i>Carga Adicional Estimada en Estático  Aprox.(t/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Perforación de Referencia</i>	<i>Asentamiento o Total Estimada  Observaciones</i>
114-F Tanque de Almacenamiento de Solución de OASE	11.5	2.0	11.3 t/m <sup>2</sup>	BH-20 (Área de Amoniaco 2)	40 mm (1.5 m de Reemplazo)

337-F Tanque de Amoniaco Fuera de Especificación	7.2	2.0	7.7 t/m <sup>2</sup>	BH-20 (Área de Amoniaco 2)	25 mm
U-FA201 Tanque de Solución de Urea	13.5	2.0	8.8 t/m <sup>2</sup>	BH-12 (Área de Urea)	43 mm (1.5 m de Reemplazo)
338-F Tanque de Urea Fuera de Especificación	5.6	2.0	4.6 t/m <sup>2</sup>	BH-12 (Área de Urea)	16 mm
U-FA351 Tanque de Aditivo	7.0	2.0	6.0 t/m <sup>2</sup>	BH-11 (Área de Urea)	20 mm
U-FA401 Tanque de Solución de Carbonato	9.5	2.0	7.8 t/m <sup>2</sup>	BH-12 (Área de Urea)	32 mm (1 m de Reemplazo)
U-FA501 Tanque de Condensado de Proceso	9.5	2.0	6.6 t/m <sup>2</sup>	BH-12 (Área de Urea)	31 mm (0.5 m de Reemplazo)
U-FA653 Tanque de Solución de AS	6.7	2.0	6.1 t/m <sup>2</sup>	BH-12 (Área de Urea)	25 mm
332-F Tanque de Agua Tratada	8.2	2.0	4.1 t/m <sup>2</sup>	BH-31 (Área de Torre de Enfriamiento)	11 mm
333-F Tanque de Agua de Servicio	30.6	2.0	20.4 t/m <sup>2</sup>	BH-30 (Área de Torre de Enfriamiento)	109 mm (1 m de Reemplazo)
361-F Tanque de Almacenamiento de Combustible	6.8	2.0	7.3 t/m <sup>2</sup>	BH-14 (Área de Servicio Auxiliar)	22 mm

Nota. Cálculo de Asentamiento: Ver ANEXO 7.



## 6. DATOS DEL SUELO DINAMICO

### 6.1. Consideraciones Generales

Los datos dinámicos del suelo han sido derivados mediante correlaciones de literaturas bien establecidas con las pruebas in situ. El modulo de corte inicial del depósito del suelo ha sido estimado usando los resultados de los Ensayos de Penetración Estándar ejecutados en sitio.

El modulo de corte inicial  $G_{\max}$  en sitio ha sido estimado mediante correlaciones empíricas estándares en relación a la velocidad de onda cortante o  $G_{\max}$  a la resistencia de penetración medida  $N_{\text{SPT}}$ . En particular, la correlación por IYISAN(1996) fue usada para determinar  $G_{\max}$  de los resultados de ensayos de penetración estándar.

Modulo de Corte Dinámico del Suelo

$$G = \rho \times V_s^2$$

Donde,  $G$  = Módulos de corte dinámico

$\rho$  = Densidad total de masa de suelo; Peso unitario de suelo / Aceleración de gravedad

$V_s$  = Velocidad de Onda Cortante

La Velocidad de Onda Cortante se calcula mediante el método de IYISAN.

Variable	Tipo de Suelo	Ecuación de Correlación para $V_s$ (m/s)	Coefficiente de Correlación (%)
N	Todo	$51.5 \times N^{0.516}$	81

[ IYISAN R. (1996) "Correlación entre Velocidad de Onda Cortante y Resultado de Ensayo de Penetración In-Situ", Digest 96, 371-374 ]

$$V_s = 51.5 \times N^{0.516}$$

Donde,  $N$  = N-valor del Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

## 6.2. Clasificación del Sitio según ASCE 7-10

Si los datos del perfil de velocidad de onda cortante es el parámetro fundamental del suelo que controla la respuesta dinámica de un depósito de suelo a una excitación por terremoto. De acuerdo con ASCE 7-10, los efectos de amplificación del suelo se toman en cuenta, a través de una definición de seis categorías de perfiles de suelo. La definición de cada una de estas categorías se basa en el valor medio  $V_s$  asumido por la velocidad de onda de corte en los primeros 30 m de un depósito de suelo.

Alternativamente, la categorización del sitio también podrá ser definida utilizando la resistencia de penetración estándar  $N_{SPT}$  mediante una formula análoga a una usada anteriormente pero reemplazando con  $V_s$ .

Usando cualquiera de los dos métodos, ambos sitios en cuestión pertenecen a la categoría  $S_d$  que se caracteriza por un valor promedio  $180 < \bar{V}_s < 366 \text{ m/sec}$  o  $15 < \bar{N}_{SPT} < 50 \text{ golpe/zapata}$ .

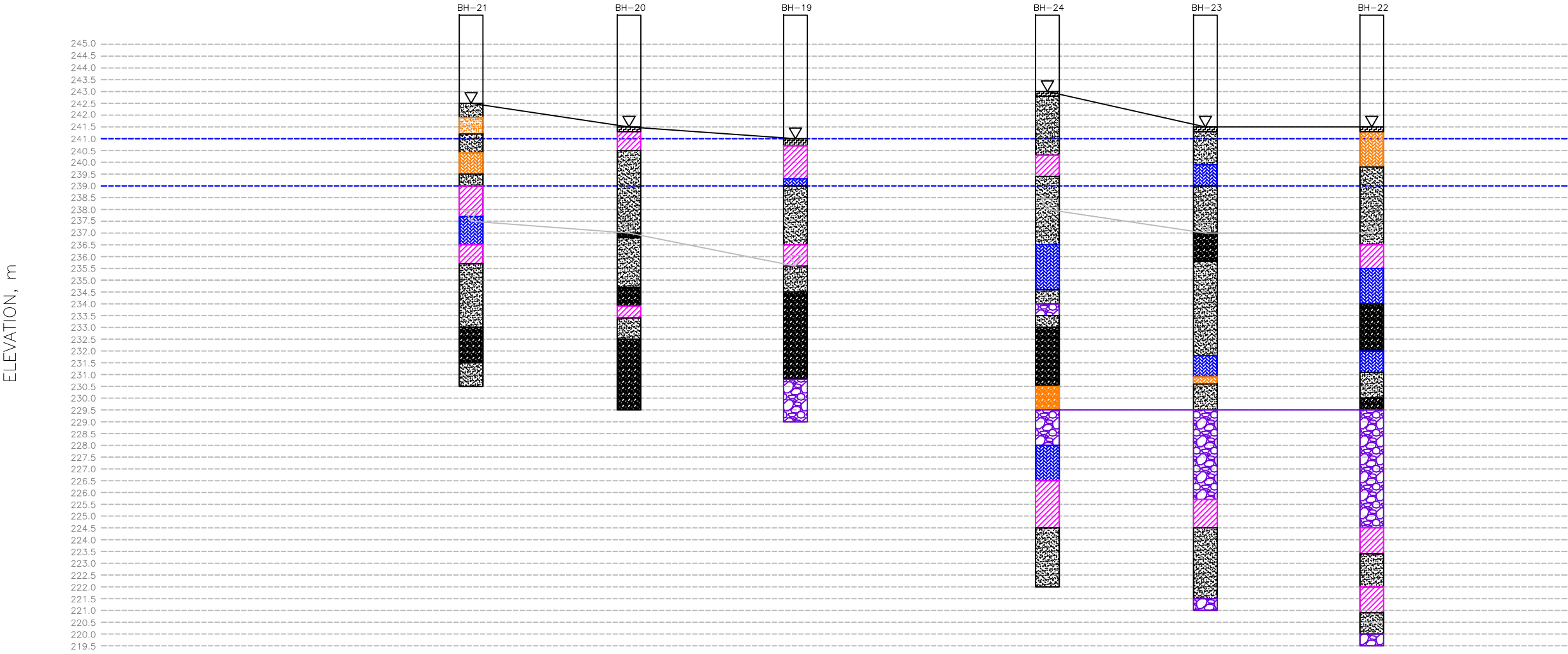
## **7. RESUMEN**

- 1) La elevación del suelo existente en el área de la planta oscila aprox. entre +240m y +246m. El nivel principal de la formación final de la planta es de +241m
- 2) La mayoría de la capa superior está cubierta por suelo vegetal y plantas. Después de esta capa, se encuentra la capa de limo y de arena. La capa con roca o grava, suelo duro existen a profundidad específica. Se debe ejecutar la remoción del suelo vegetal, y los pilotes deben soportarse sobre la capa dura.
- 3) Básicamente, se considera dos tipos de diseño de cimentación. Uno es la cimentación superficial y el otro es la cimentación con pilotes. Posteriormente, el concepto de diseño podrá modificarse durante el diseño de detalle. En adición, de ser necesario, se podrá mejorar el suelo. Se recomienda la capacidad aplicable en este informe.
- 4) La capacidad actual de pilotes debe verificarse en sitio, y la actividad constructiva debe ser monitoreada en sitio de manera continua.
- 5) La capacidad de cimentación superficial es recomendada en condición de compactación del 95% debajo de la cimentación, y el relleno se hace con compactación y material adecuado conforme a la especificación.

## 8. REFERENCIAS

- Braja M. Das, Principles of Foundation Engineering, 4th Edition, 1999
- Braja M. Das, Principles of Geo-technical Engineering, 2nd Edition, 1990
- M.J.Tomlinson, Pile Design and Construction Practice, First Edition, 1997
- Joseph E. Bowles, Foundation Analysis and Design, 5th Edition, 1996
- NAVFAC DM-7.1/2/3, Soil Mechanics Design Manual, 1982 May
- R.F.Craig, Soil Mechanics, 3rd Edition, 1983
- Shamsher Prakash, Pile Foundations in Engineering Practice, 1990
- CIRIA, Cone Penetration Testing methods and interpretation, 1987
- Korea Construction Department, Structural Foundation Design Manual, 1987
- Korean Geo-technical Society, Deep Foundation, 1994
- Beorge Geoffrey Meyerhof, The Bearing Capacity and Settlement of Foundations, 1981
- U.S.Army Corp of Engineering Design of Pile Foundations, 1991
- Kim Sang Kyu, Soil Mechanics, 1999
- AASHTO Standard Specifications for Highways Bridges, 17<sup>th</sup> Edition, 2002
- Narayan V. Nayak, Foundation Design Manual, 4<sup>th</sup> Edition, 1996
- U.S. Army Corps of Engineers : Engineering and Design SETTLEMENT ANALYSIS ; CECW-EG Engineer Manual 1110-1-1904

ANEXO 2



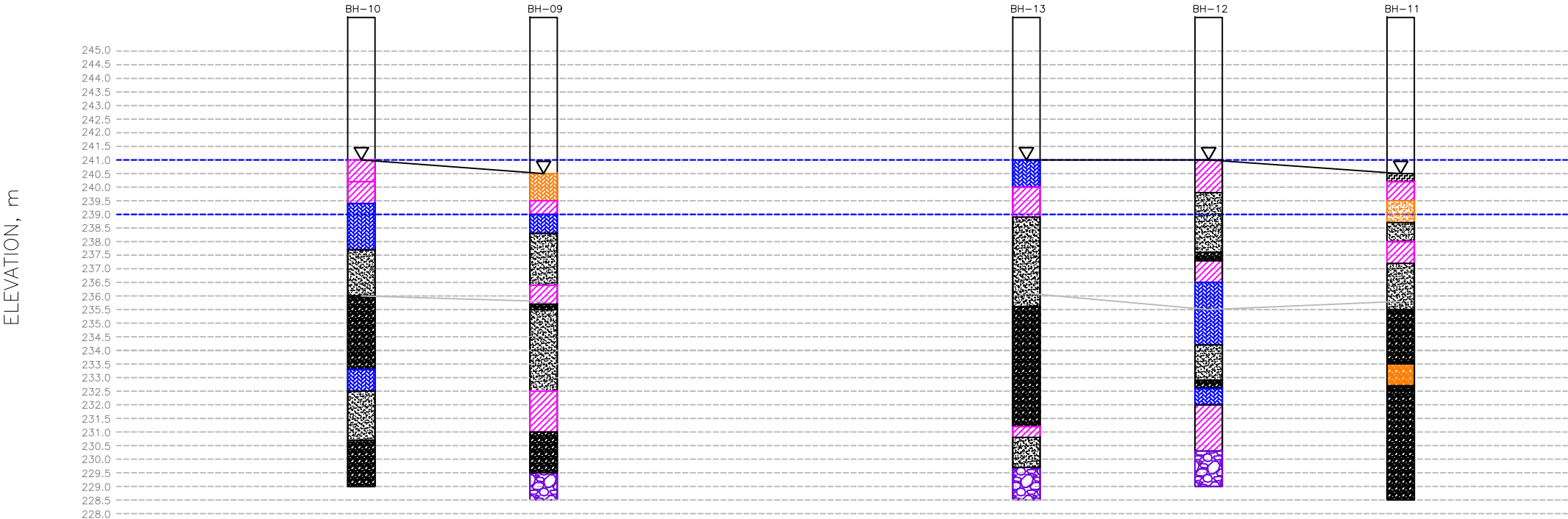
AMMONIA UNIT  
CROSS SECTION DIAGRAM OF SOIL PROFILE

LEGEND

- VEGETAL SOIL
- SILT
- CLAYED SILT
- CLAY
- CLAYED SAND
- SAND
- SAND WITH GRAVEL
- CLAY WITH GRAVEL
- GRAVEL AND BOULDER

YPFB Ammonia & Urea Plant Project

ANEXO 2



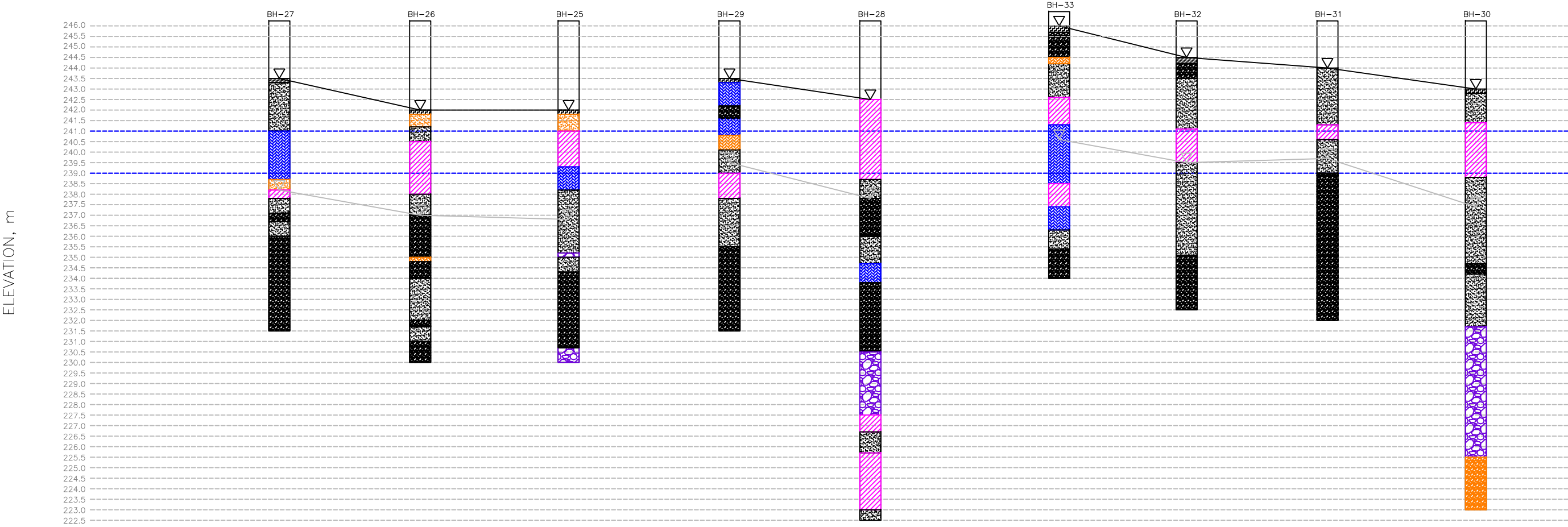
UREA UNIT  
CROSS SECTION DIAGRAM OF SOIL PROFILE

LEGEND

- VEGETAL SOIL
- SILT
- CLAYED SILT
- CLAY
- CLAYED SAND
- SAND
- SAND WITH GRAVEL
- CLAY WITH GRAVEL
- GRAVEL AND BOULDER

YPFB Ammonia & Urea Plant Project

ANEXO 2



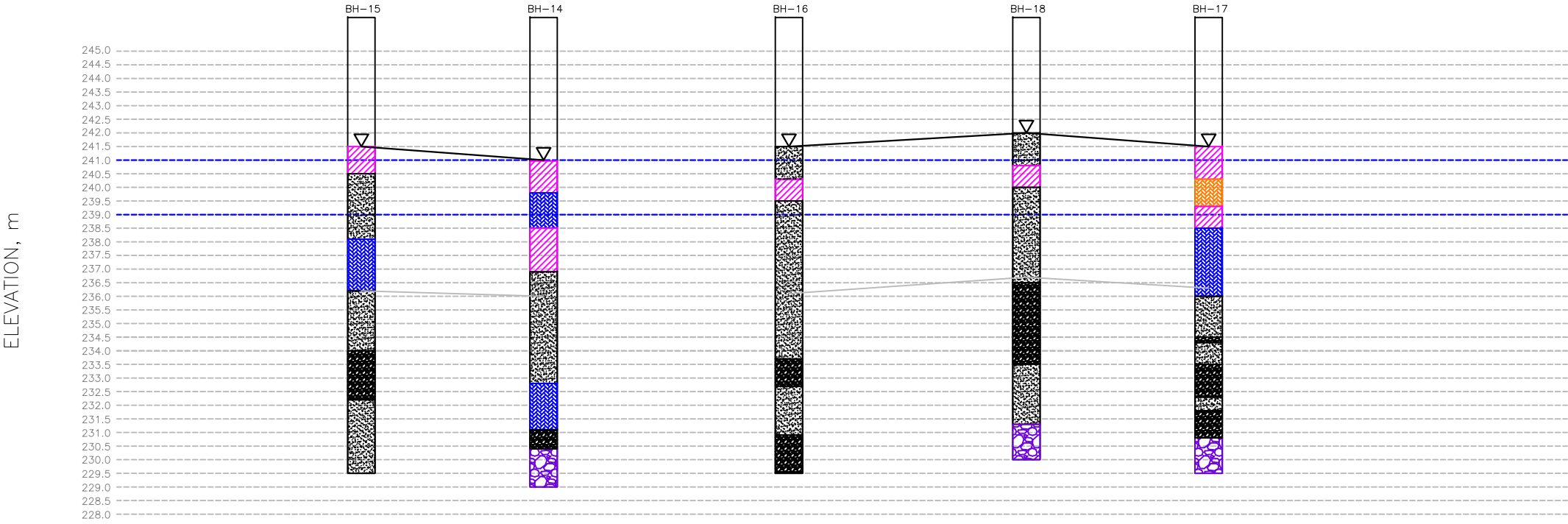
UTILITY UNIT (COOLING TOWER)  
CROSS SECTION DIAGRAM OF SOIL PROFILE

LEGEND

- VEGETAL SOIL
- SILT
- CLAYED SILT
- CLAY
- CLAYED SAND
- SAND
- SAND WITH GRAVEL
- CLAY WITH GRAVEL
- GRAVEL AND BOULDER

YPFB Ammonia & Urea Plant Project

ANEXO 2



UTILITY UNIT (AUXILIARIES)  
CROSS SECTION DIAGRAM OF SOIL PROFILE

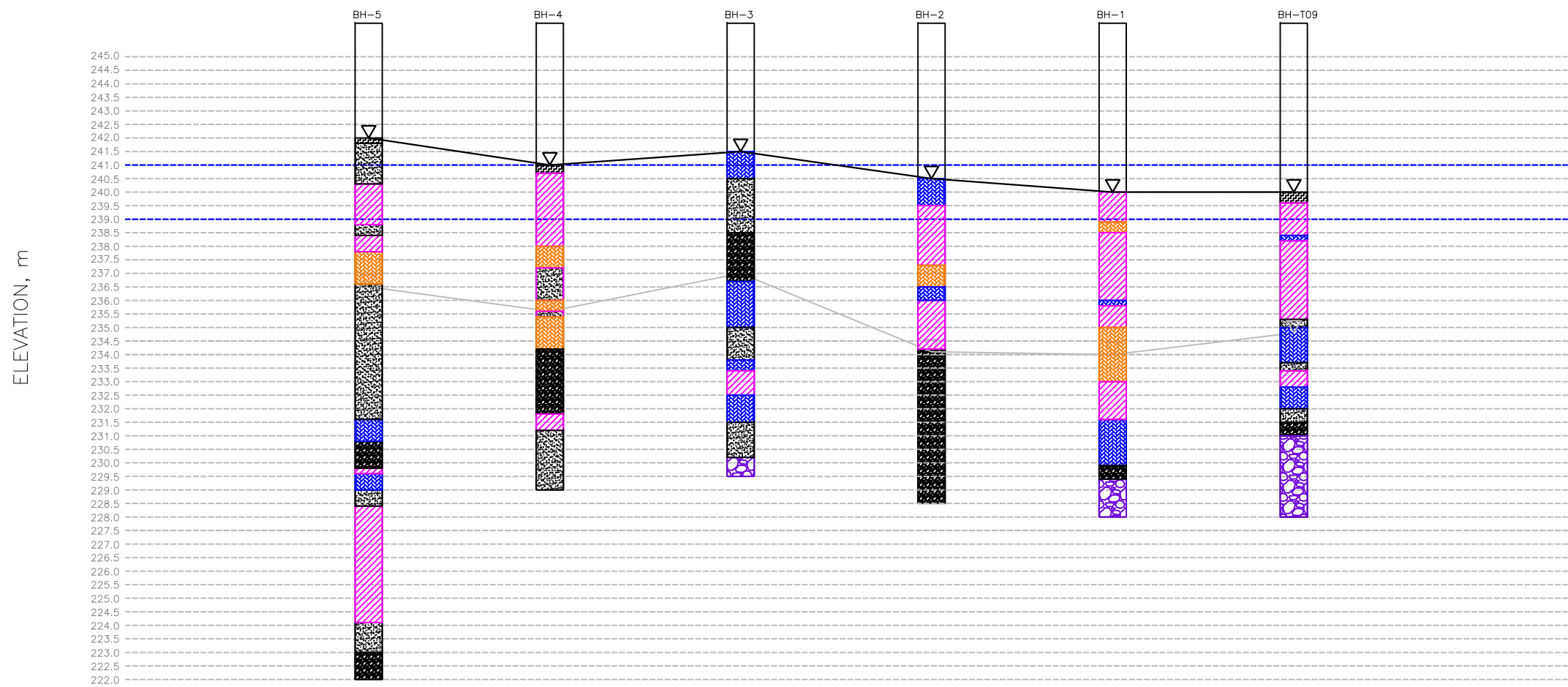
LEGEND

- VEGETAL SOIL
- SILT
- CLAYED SILT
- CLAY
- CLAYED SAND
- SAND
- SAND WITH GRAVEL
- CLAY WITH GRAVEL
- GRAVEL AND BOULDER

YPFB Ammonia & Urea Plant Project



ANEXO 2



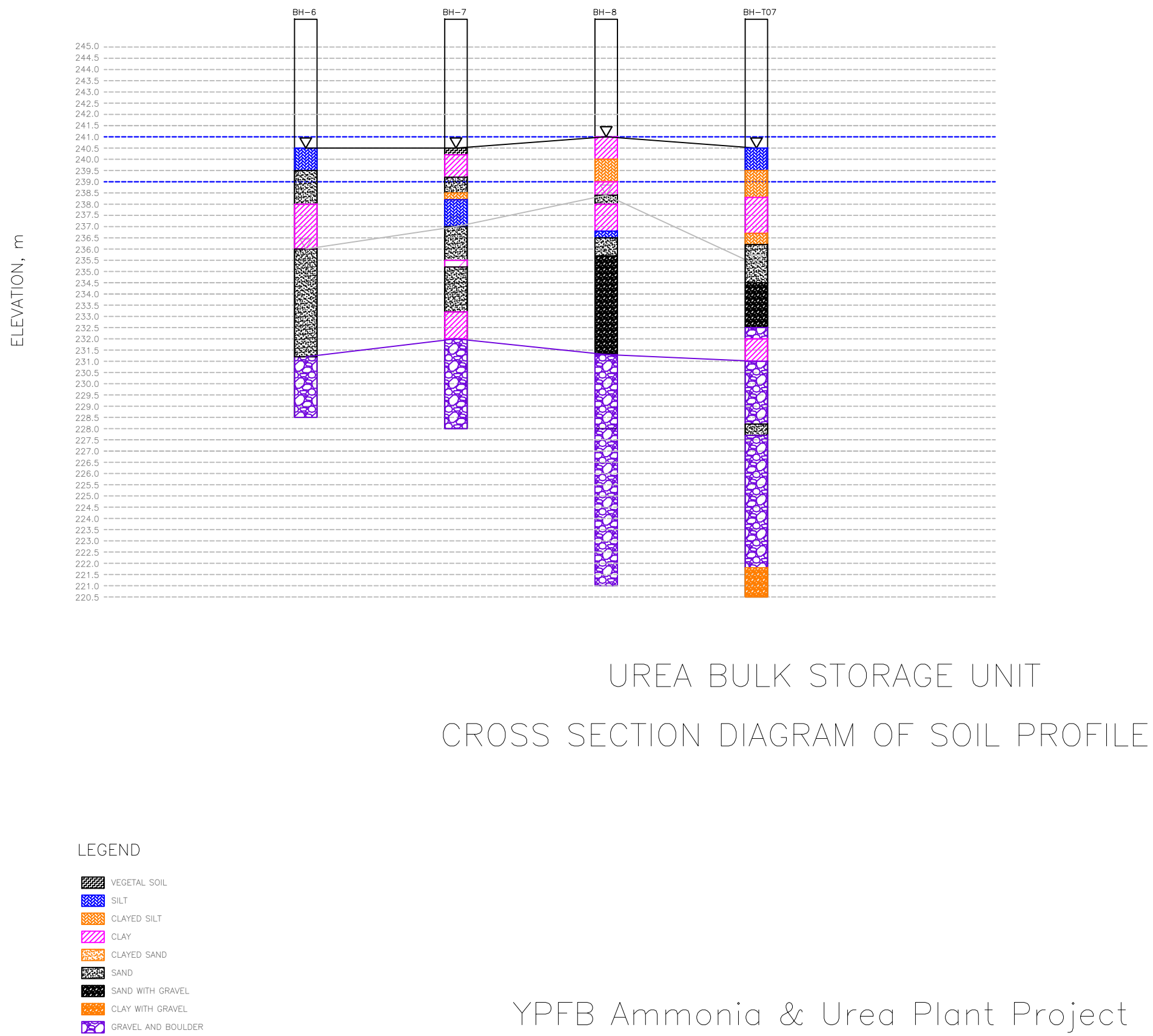
BUILDING & BAGGING UNIT  
CROSS SECTION DIAGRAM OF SOIL PROFILE

LEGEND

- VEGETAL SOIL
- SILT
- CLAYED SILT
- CLAY
- CLAYED SAND
- SAND
- SAND WITH GRAVEL
- CLAY WITH GRAVEL
- GRAVEL AND BOULDER

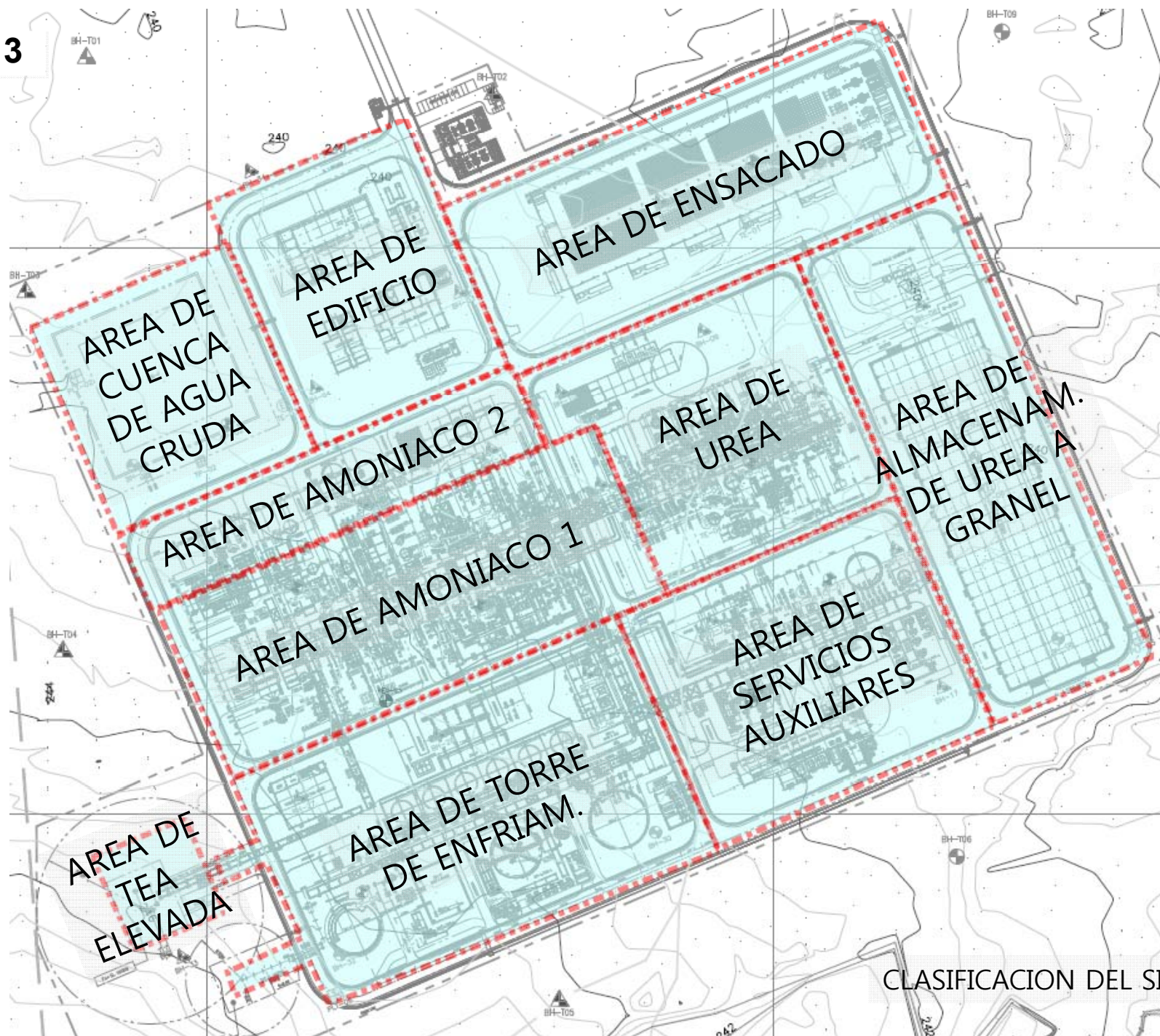
YPFB Ammonia & Urea Plant Project

ANEXO 2



YPFB Ammonia & Urea Plant Project

## ANEXO 3



CLASIFICACION DEL SITIO

## ANEXO 4 FORMULA Y TABLAS PARA CALCULO DE ZAPATAS

### FUNDACIONES SUPERFICIALES

Para cimentaciones que presentan por modo de falla *por corte general*

$$qu = 1.3 * c^t * N_c + q * N_q + 0.4\gamma * B * N_\gamma \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$qu = 1.3 * c^t * N_c + q * N_q + 0.3\gamma * B * N_\gamma \quad (\text{Cimentación circular})$$

$$qu = c^t * N_c + q * N_q + \frac{1}{2}\gamma * B * N_\gamma \quad (\text{Cimentación corrida})$$

Para cimentaciones que presentan por modo de falla *por corte local*

$$qu = 0.867c^t * N_c^t + q * N_q^t + 0.4\gamma * B * N_\gamma^t \quad (\text{Cimentación cuadrada})$$

$$qu = 0.867c^t * N_c^t + q * N_q^t + 0.3\gamma * B * N_\gamma^t \quad (\text{Cimentación circular})$$

$$qu = \frac{2}{3}c^t * N_c^t + q * N_q^t + \frac{1}{2}\gamma * B * N_\gamma^t \quad (\text{Cimentación corrida})$$

**Ecuación general de la capacidad de carga**

$c^t$ = cohesión

$q$ = Esfuerzo efectivo a nivel del desplante de la cimentación

$\gamma$ = peso específico del suelo

$B$ = ancho de la cimentación (=diámetro para una cimentación circular)

$F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$  = factores de forma

$F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$  = factores de profundidad

$N_c, N_q, N_\gamma$  = factores de capacidad de carga

Para obtener la tensión admisible todas las anteriores ecuaciones se deberán dividir entre el factor de seguridad FS deberá ser por lo menos 3.



## ANEXO 4 FORMULA Y TABLAS PARA CALCULO DE ZAPATAS

Tabla para cimentaciones que presentan por modo de falla por corte general

$\phi'$	Nc	Nq	Ny	$\phi'$	Nc	Nq	Ny
0	5.71	1.00	0.00	26	27.09	14.21	10.39
1	6.00	1.10	0.01	27	29.24	15.90	12.34
2	6.30	1.22	0.03	28	31.61	17.81	14.65
3	6.62	1.35	0.05	29	34.24	19.98	17.41
4	6.97	1.49	0.08	30	37.16	22.46	20.70
5	7.34	1.64	0.13	31	40.41	25.28	24.64
6	7.73	1.81	0.18	32	44.04	28.52	29.35
7	8.15	2.00	0.24	33	48.09	32.23	35.00
8	8.60	2.21	0.31	34	52.64	36.50	41.81
9	9.09	2.44	0.41	35	57.75	41.44	50.03
10	9.60	2.69	0.52	36	63.53	47.16	59.98
11	10.16	2.98	0.65	37	70.07	53.80	72.05
12	10.76	3.29	0.80	38	77.50	61.55	86.76
13	11.41	3.63	0.99	39	85.97	70.61	104.74
14	12.11	4.02	1.21	40	95.66	81.27	126.81
15	12.86	4.45	1.47	41	106.81	93.85	154.01
16	13.68	4.92	1.77	42	119.67	108.75	187.67
17	14.56	5.45	2.13	43	134.58	126.50	229.52
18	15.52	6.04	2.56	44	151.95	147.74	281.84
19	16.56	6.70	3.07	45	172.29	173.29	347.57
20	17.69	7.44	3.67	46	196.22	204.19	430.64
21	18.92	8.26	4.37	47	224.55	241.80	536.27
22	20.27	9.19	5.21	48	258.29	287.85	671.46
23	21.75	10.23	6.20	49	298.72	344.64	845.73
24	23.36	11.40	7.36	50	347.51	415.15	1072.07
25	25.13	12.72	8.75				

## ANEXO 4 FORMULA Y TABLAS PARA CALCULO DE ZAPATAS

Tabla para cimentaciones que presentan por modo de falla *por corte local*

$\phi'$	Nc	Nq	Ny
0	5.71	1.00	0.00
1	5.90	1.07	0.01
2	6.10	1.14	0.02
3	6.30	1.22	0.04
4	6.51	1.30	0.06
5	6.74	1.39	0.07
6	6.97	1.49	0.10
7	7.22	1.59	0.13
8	7.47	1.70	0.16
9	7.74	1.82	0.20
10	8.02	1.94	0.24
11	8.32	2.08	0.30
12	8.63	2.22	0.35
13	8.96	2.38	0.42
14	9.31	2.55	0.48
15	9.67	2.73	0.57
16	10.06	2.92	0.67
17	10.47	3.13	0.76
18	10.90	3.36	0.88
19	11.36	3.61	1.03
20	11.85	3.88	1.12
21	12.37	4.17	1.35
22	12.92	4.48	1.55
23	13.51	4.82	1.74
24	14.14	5.20	1.97
25	14.81	5.60	2.25

$\phi'$	Nc	Nq	Ny
26	15.53	6.05	2.59
27	16.30	6.54	2.88
28	17.13	7.07	3.29
29	18.03	7.66	3.76
30	18.99	8.31	4.39
31	20.03	9.03	4.83
32	21.16	9.82	5.51
33	22.39	10.69	6.32
34	23.72	11.67	7.22
35	25.18	12.75	8.35
36	26.77	13.97	9.41
37	28.51	15.32	10.90
38	30.42	16.85	12.75
39	32.53	18.56	14.71
40	34.87	20.50	17.22
41	37.45	22.70	19.75
42	40.33	25.21	22.50
43	43.53	28.06	26.25
44	47.13	31.34	30.40
45	51.17	35.11	36.00
46	55.73	39.48	41.70
47	60.91	44.54	49.30
48	66.80	50.46	59.25
49	73.55	57.41	71.45
50	81.31	65.60	85.75

## ANEXO 4 FORMULA Y TABLAS PARA CALCULO DE ZAPATAS

Tabla para ecuación general de la capacidad de carga

$\phi'$	Nc	Nq	Ny
0	5.14	1.00	0.00
1	5.38	1.09	0.07
2	5.63	1.20	0.15
3	5.90	1.31	0.24
4	6.19	1.43	0.34
5	6.49	1.57	0.45
6	6.81	1.72	0.57
7	7.16	1.88	0.71
8	7.53	2.06	0.86
9	7.92	2.25	1.03
10	8.34	2.47	1.22
11	8.80	2.71	1.44
12	9.28	2.97	1.69
13	9.81	3.26	1.97
14	10.37	3.59	2.29
15	10.98	3.94	2.65
16	11.63	4.34	3.06
17	12.34	4.77	3.53
18	13.10	5.26	4.07
19	13.93	5.80	4.68
20	14.83	6.40	5.39
21	15.81	7.07	6.20
22	16.88	7.82	7.13
23	18.05	8.66	8.20
24	19.32	9.60	9.44
25	20.72	10.66	10.88

$\phi'$	Nc	Nq	Ny
26	22.25	11.85	12.54
27	23.94	13.20	14.47
28	25.80	14.72	16.72
29	27.86	16.44	19.34
30	30.14	18.40	22.40
31	32.67	20.63	25.99
32	35.49	23.18	30.21
33	38.64	26.09	35.19
34	42.16	29.44	41.06
35	46.12	33.30	48.03
36	50.59	37.75	56.31
37	55.63	42.92	66.19
38	61.35	48.93	78.02
39	67.87	55.96	92.25
40	75.31	64.20	109.41
41	83.86	73.90	130.21
42	93.71	85.37	155.54
43	105.11	99.01	186.53
44	118.37	115.31	224.63
45	133.87	134.87	271.75
46	152.10	158.50	330.34
47	173.64	187.21	403.65
48	199.26	222.30	496.00
49	229.92	265.50	613.14
50	266.88	319.06	762.86

ANEXO 5

AREA : Ammonia 1 area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity

( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.67	4.71	6.00	7.58	8.29	10.42	9.44	8.69	8.12	7.65
1.50	7.08	9.33	10.72	11.09	9.84	12.44	11.53	10.24	9.78	9.24
2.00	11.93	14.39	15.46	13.04	11.59	14.46	13.39	12.59	11.97	11.47
2.50	13.21	16.28	17.07	14.49	12.94	15.94	14.80	13.94	13.27	12.74
3.00	14.46	22.45	18.57	15.74	13.64	17.24	15.98	14.84	14.13	13.40
3.50	15.71	25.73	19.40	16.74	14.54	18.00	16.71	15.74	14.99	14.06
4.00	23.61	26.73	20.57	16.99	15.44	19.04	17.67	16.64	15.66	14.88

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.84	4.99	6.41	7.13	6.36	7.85	7.16	6.64	6.24	5.91
1.50	7.40	9.87	10.05	8.60	7.73	9.54	8.90	8.01	7.68	7.31
2.00	12.41	15.17	11.93	10.24	9.23	11.23	10.49	9.93	9.50	9.15
2.50	13.59	17.05	13.34	11.54	10.46	12.55	11.76	11.16	10.70	10.32
3.00	14.88	18.84	14.54	12.57	11.10	13.61	12.74	11.94	11.44	10.94
3.50	15.71	19.69	15.27	13.41	11.88	14.30	13.39	12.72	12.19	11.55
4.00	24.36	20.53	16.24	13.74	12.66	15.17	14.21	13.50	12.81	12.27

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.90	5.08	6.55	5.88	5.30	6.43	5.90	5.51	5.20	4.96
1.50	7.50	10.05	8.33	7.23	6.56	7.94	7.46	6.78	6.53	6.25
2.00	12.57	12.56	9.99	8.71	7.94	9.46	8.89	8.47	8.14	7.88
2.50	13.72	14.30	11.30	9.92	9.10	10.69	10.09	9.63	9.28	9.00
3.00	15.02	15.60	12.33	10.82	9.71	11.62	10.95	10.34	9.97	9.58
3.50	16.32	16.36	13.00	11.59	10.42	12.26	11.57	11.06	10.66	10.17
4.00	24.61	17.13	13.86	11.95	11.13	13.04	12.31	11.77	11.25	10.84

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.93	6.32	6.09	5.26	4.77	5.73	5.28	4.95	4.69	4.48
1.50	7.56	9.35	7.49	6.55	5.99	7.16	6.75	6.17	5.96	5.72
2.00	12.65	11.20	9.03	7.95	7.30	8.59	8.11	7.75	7.47	7.25
2.50	13.78	12.83	10.28	9.12	8.43	9.77	9.26	8.88	8.58	8.34
3.00	15.09	14.00	11.23	9.96	9.02	10.63	10.07	9.56	9.24	8.91
3.50	16.39	14.72	11.88	10.68	9.70	11.25	10.67	10.24	9.90	9.48
4.00	24.19	15.45	12.68	11.07	10.38	11.99	11.38	10.92	10.48	10.13

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.94	6.36	5.62	4.89	4.45	5.31	4.91	4.61	4.38	4.20
1.50	7.59	8.64	6.97	6.14	5.64	6.68	6.32	5.80	5.62	5.40
2.00	12.69	10.38	8.46	7.49	6.91	8.06	7.63	7.31	7.06	6.87
2.50	13.82	11.93	9.67	8.64	8.02	9.22	8.76	8.42	8.16	7.94
3.00	15.13	13.03	10.57	9.44	8.60	10.04	9.54	9.08	8.80	8.51
3.50	16.44	13.73	11.20	10.14	9.26	10.65	10.13	9.74	9.44	9.07
4.00	22.21	14.43	11.97	10.54	9.92	11.36	10.81	10.40	10.01	9.70



ANEXO 5

AREA : Ammonia 2 area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity ( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.91	4.19	5.31	6.70	7.29	9.36	8.52	7.89	7.41	7.01
1.50	4.52	7.38	9.49	10.09	9.04	11.37	10.39	9.44	8.89	8.44
2.00	9.55	12.80	13.79	12.04	10.79	13.39	12.48	11.59	11.08	10.67
2.50	13.21	18.26	15.74	13.74	12.14	14.87	13.66	12.94	12.39	11.94
3.00	16.12	19.99	17.24	14.74	12.84	15.91	14.61	13.84	13.24	12.76
3.50	17.52	24.23	18.74	15.74	13.74	16.94	15.57	14.74	14.10	13.42
4.00	21.12	26.23	19.90	16.49	14.64	17.71	16.53	15.64	14.95	14.24

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.04	4.43	5.67	6.25	5.66	7.10	6.52	6.08	5.74	5.47
1.50	4.70	7.79	8.89	7.90	7.17	8.80	8.11	7.45	7.06	6.75
2.00	9.91	12.86	10.77	9.55	8.68	10.49	9.85	9.23	8.88	8.59
2.50	13.59	15.20	12.41	11.02	9.91	11.81	10.96	10.46	10.08	9.77
3.00	16.61	16.75	13.61	11.87	10.55	12.68	11.78	11.24	10.82	10.49
3.50	17.52	18.64	14.81	12.72	11.32	13.55	12.60	12.02	11.57	11.10
4.00	21.77	20.19	15.77	13.39	12.10	14.24	13.42	12.80	12.32	11.82

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.08	4.51	5.78	5.22	4.77	5.86	5.42	5.08	4.82	4.62
1.50	4.76	7.92	7.45	6.70	6.14	7.38	6.85	6.35	6.06	5.82
2.00	10.03	10.70	9.11	8.18	7.51	8.89	8.41	7.94	7.67	7.45
2.50	13.72	12.71	10.59	9.53	8.68	10.13	9.48	9.10	8.81	8.57
3.00	16.77	14.01	11.62	10.29	9.28	10.91	10.22	9.81	9.50	9.24
3.50	18.22	15.57	12.65	11.06	10.00	11.69	10.97	10.53	10.18	9.83
4.00	21.99	16.86	13.50	11.69	10.71	12.34	11.71	11.24	10.87	10.50

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.10	5.58	5.34	4.70	4.32	5.25	4.87	4.59	4.37	4.20
1.50	4.79	7.99	6.74	6.10	5.63	6.68	6.23	5.81	5.56	5.36
2.00	10.09	9.63	8.29	7.50	6.94	8.11	7.70	7.30	7.07	6.89
2.50	13.78	11.48	9.68	8.79	8.07	9.30	8.75	8.43	8.18	7.98
3.00	16.85	12.65	10.63	9.51	8.66	10.04	9.45	9.11	8.84	8.62
3.50	18.31	14.05	11.58	10.24	9.34	10.77	10.16	9.79	9.50	9.20
4.00	22.10	15.22	12.38	10.85	10.02	11.39	10.86	10.47	10.16	9.84

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	3.11	5.62	4.96	4.39	4.06	4.88	4.55	4.29	4.10	3.94
1.50	4.80	7.44	6.31	5.74	5.32	6.26	5.86	5.48	5.26	5.08
2.00	10.13	8.99	7.79	7.09	6.59	7.63	7.27	6.91	6.71	6.55
2.50	13.82	10.74	9.14	8.34	7.70	8.79	8.31	8.02	7.80	7.62
3.00	16.42	11.83	10.04	9.04	8.28	9.51	8.99	8.68	8.44	8.25
3.50	18.36	13.13	10.94	9.74	8.94	10.22	9.67	9.34	9.08	8.82
4.00	21.02	14.23	11.70	10.34	9.60	10.83	10.35	10.00	9.73	9.44

ANEXO 5

AREA : Urea area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity ( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.31	2.92	4.16	5.23	6.99	8.69	7.72	7.19	6.78	6.46
1.50	3.61	4.62	7.47	9.22	8.34	10.44	9.36	8.54	7.73	7.25
2.00	6.17	10.16	12.79	10.79	9.79	11.79	10.19	9.59	9.48	9.39
2.50	7.75	14.52	14.74	12.74	11.34	13.27	11.60	11.34	11.14	10.98
3.00	12.97	17.82	15.91	13.74	11.84	13.51	12.56	12.24	12.00	11.80
3.50	19.56	22.23	17.07	14.49	12.34	14.01	13.51	13.14	12.85	12.30
4.00	21.12	23.23	17.91	14.74	12.64	15.04	14.47	14.04	13.71	13.12

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.40	3.07	4.42	5.60	5.45	6.64	5.96	5.59	5.31	5.08
1.50	3.74	4.84	7.93	7.29	6.68	8.15	7.39	6.82	6.26	5.92
2.00	6.37	10.67	10.07	8.68	7.98	9.37	8.26	7.84	7.76	7.70
2.50	7.94	14.50	11.72	10.32	9.35	10.70	9.53	9.35	9.21	9.10
3.00	13.34	16.05	12.68	11.17	9.85	11.01	10.35	10.13	9.96	9.82
3.50	19.56	17.25	13.65	11.85	10.35	11.51	11.16	10.91	10.70	10.32
4.00	21.77	18.09	14.38	12.17	10.71	12.38	11.98	11.68	11.45	11.04

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.43	3.12	4.51	5.02	4.61	5.51	4.99	4.71	4.49	4.32
1.50	3.79	4.92	7.01	6.23	5.77	6.88	6.31	5.87	5.44	5.18
2.00	6.44	10.17	8.58	7.51	6.98	8.05	7.20	6.88	6.82	6.77
2.50	8.00	12.18	10.06	9.00	8.25	9.28	8.39	8.25	8.15	8.06
3.00	13.46	13.48	10.91	9.76	8.75	9.64	9.13	8.96	8.84	8.73
3.50	20.37	14.51	11.76	10.39	9.25	10.14	9.87	9.68	9.52	9.23
4.00	21.99	15.27	12.44	10.76	9.65	10.92	10.62	10.39	10.21	9.90

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.80	5.26	4.54	4.19	4.95	4.51	4.28	4.09	3.95
1.50	3.81	4.96	6.36	5.71	5.32	6.26	5.77	5.41	5.04	4.82
2.00	6.48	9.18	7.84	6.94	6.49	7.39	6.67	6.40	6.35	6.31
2.50	8.03	11.03	9.24	8.34	7.71	8.58	7.83	7.71	7.62	7.55
3.00	13.52	12.20	10.04	9.06	8.21	8.96	8.53	8.39	8.28	8.19
3.50	19.66	13.15	10.83	9.68	8.71	9.46	9.24	9.07	8.94	8.69
4.00	21.05	13.88	11.48	10.06	9.12	10.20	9.94	9.75	9.60	9.34

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.82	4.89	4.24	3.94	4.61	4.23	4.02	3.85	3.72
1.50	3.82	4.98	5.98	5.39	5.04	5.88	5.45	5.12	4.80	4.61
2.00	6.50	8.59	7.39	6.59	6.19	6.99	6.35	6.11	6.07	6.03
2.50	8.05	10.34	8.74	7.94	7.38	8.16	7.49	7.38	7.30	7.24
3.00	13.56	11.44	9.51	8.64	7.88	8.55	8.17	8.04	7.95	7.87
3.50	18.12	12.33	10.27	9.24	8.38	9.05	8.85	8.70	8.59	8.37
4.00	19.42	13.03	10.91	9.64	8.80	9.76	9.53	9.36	9.23	9.00

ANEXO 5

AREA : Cooling Tower area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity ( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	4.11	5.31	6.78	8.59	7.89	9.89	8.98	8.29	7.76	7.17
1.50	7.08	9.33	10.72	10.59	9.44	11.91	10.84	10.04	9.42	8.92
2.00	11.93	14.39	15.46	13.04	11.39	14.46	13.39	12.79	12.15	11.63
2.50	13.21	16.28	17.07	14.49	12.74	15.94	15.03	14.14	13.45	12.90
3.00	14.46	22.45	18.24	15.49	13.64	17.24	15.98	15.04	14.31	13.56
3.50	15.71	25.23	19.40	16.24	14.54	18.27	16.94	15.94	15.16	14.22
4.00	23.61	27.23	20.57	17.24	15.64	19.30	18.12	16.84	15.84	15.04

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	4.31	5.63	7.25	6.78	6.08	7.47	6.84	6.36	5.99	5.58
1.50	7.40	9.87	9.59	8.25	7.45	9.17	8.42	7.87	7.43	7.09
2.00	12.41	14.95	11.93	10.24	9.10	11.23	10.49	10.07	9.62	9.26
2.50	13.59	16.94	13.34	11.54	10.32	12.55	11.92	11.30	10.82	10.44
3.00	14.88	18.49	14.31	12.39	11.10	13.61	12.74	12.08	11.57	11.05
3.50	15.71	19.34	15.27	13.07	11.88	14.48	13.55	12.86	12.31	11.66
4.00	24.36	20.88	16.24	13.91	12.80	15.35	14.53	13.64	12.94	12.38

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	4.38	5.73	6.50	5.61	5.08	6.15	5.66	5.30	5.01	4.70
1.50	7.50	9.75	7.98	6.96	6.35	7.66	7.10	6.67	6.34	6.08
2.00	12.57	12.29	9.99	8.71	7.83	9.46	8.89	8.58	8.23	7.96
2.50	13.72	14.04	11.30	9.92	9.00	10.69	10.21	9.74	9.37	9.08
3.00	15.02	15.33	12.15	10.69	9.71	11.62	10.95	10.45	10.06	9.67
3.50	16.32	16.10	13.00	11.32	10.42	12.40	11.69	11.16	10.75	10.25
4.00	24.61	17.39	13.86	12.09	11.24	13.18	12.56	11.88	11.34	10.92

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	4.41	7.06	5.79	5.04	4.59	5.49	5.08	4.77	4.53	4.27
1.50	7.56	8.68	7.19	6.33	5.81	6.92	6.44	6.08	5.80	5.58
2.00	12.65	10.98	9.03	7.95	7.21	8.59	8.11	7.84	7.55	7.32
2.50	13.78	12.60	10.28	9.12	8.34	9.77	9.36	8.97	8.66	8.41
3.00	15.09	13.77	11.08	9.85	9.02	10.63	10.07	9.65	9.32	8.98
3.50	16.39	14.50	11.88	10.46	9.70	11.37	10.77	10.33	9.98	9.55
4.00	24.19	15.67	12.68	11.18	10.47	12.11	11.58	11.01	10.56	10.20

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	4.43	6.49	5.36	4.69	4.29	5.09	4.73	4.45	4.24	4.01
1.50	7.59	8.04	6.71	5.94	5.48	6.47	6.04	5.72	5.48	5.28
2.00	12.69	10.19	8.46	7.49	6.83	8.06	7.63	7.39	7.13	6.93
2.50	13.82	11.73	9.67	8.64	7.94	9.22	8.85	8.50	8.23	8.01
3.00	15.13	12.83	10.44	9.34	8.60	10.04	9.54	9.16	8.87	8.57
3.50	16.44	13.53	11.20	9.94	9.26	10.75	10.22	9.82	9.51	9.13
4.00	22.21	14.63	11.97	10.64	10.00	11.46	10.99	10.48	10.08	9.76

ANEXO 5

AREA : Auxiliary Utility area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity

( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.31	3.29	4.71	5.92	6.70	8.56	7.84	7.49	7.05	6.70
1.50	3.61	6.56	8.43	9.34	8.64	10.84	9.93	9.44	8.89	8.44
2.00	8.55	11.41	13.12	11.54	10.59	13.66	12.71	12.19	11.61	11.15
2.50	13.21	16.28	15.07	13.24	12.14	15.14	14.34	13.54	12.92	12.42
3.00	14.46	17.82	16.57	14.49	13.04	16.44	15.30	14.44	13.77	13.24
3.50	15.71	19.36	18.07	15.74	14.14	17.47	16.48	15.34	14.63	13.90
4.00	16.96	23.45	19.57	16.74	15.24	18.77	17.44	16.24	15.49	14.72

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.40	3.47	5.01	5.73	5.24	6.55	6.04	5.80	5.49	5.24
1.50	3.74	6.92	8.19	7.38	6.89	8.42	7.79	7.45	7.06	6.75
2.00	8.86	12.00	10.30	9.20	8.54	10.67	10.01	9.65	9.25	8.93
2.50	13.59	14.50	11.95	10.67	9.91	12.00	11.44	10.88	10.45	10.10
3.00	14.88	15.70	13.15	11.69	10.68	13.05	12.26	11.66	11.20	10.82
3.50	15.71	17.59	14.34	12.72	11.60	13.93	13.24	12.44	11.94	11.44
4.00	17.45	19.14	15.54	13.57	12.52	14.98	14.05	13.22	12.69	12.16

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.43	3.53	5.12	4.82	4.45	5.44	5.05	4.87	4.64	4.45
1.50	3.79	7.03	6.92	6.30	5.93	7.10	6.61	6.35	6.06	5.82
2.00	8.96	10.70	8.75	7.91	7.41	9.04	8.53	8.26	7.95	7.71
2.50	13.72	12.18	10.23	9.26	8.68	10.27	9.84	9.42	9.09	8.83
3.00	15.02	13.21	11.26	10.16	9.39	11.19	10.59	10.13	9.78	9.50
3.50	16.32	14.77	12.30	11.06	10.21	11.98	11.45	10.84	10.47	10.08
4.00	17.62	16.07	13.33	11.82	11.03	12.90	12.19	11.56	11.16	10.75

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	4.32	5.04	4.37	4.05	4.89	4.57	4.41	4.21	4.05
1.50	3.81	7.09	6.29	5.77	5.45	6.44	6.03	5.81	5.56	5.36
2.00	9.02	9.63	7.99	7.28	6.85	8.23	7.80	7.57	7.31	7.10
2.50	13.78	11.03	9.39	8.56	8.07	9.42	9.06	8.70	8.42	8.20
3.00	15.09	11.98	10.33	9.40	8.75	10.27	9.76	9.38	9.08	8.84
3.50	16.39	13.38	11.28	10.24	9.52	11.01	10.57	10.06	9.74	9.41
4.00	17.70	14.55	12.23	10.96	10.29	11.87	11.27	10.74	10.40	10.05

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	4.35	4.69	4.09	3.82	4.56	4.27	4.13	3.96	3.82
1.50	3.82	7.04	5.91	5.44	5.16	6.04	5.68	5.48	5.26	5.08
2.00	9.05	8.99	7.52	6.89	6.51	7.74	7.36	7.15	6.92	6.74
2.50	13.82	10.34	8.87	8.14	7.70	8.90	8.58	8.26	8.01	7.82
3.00	15.13	11.24	9.77	8.94	8.36	9.72	9.26	8.92	8.66	8.44
3.50	16.44	12.53	10.67	9.74	9.10	10.43	10.04	9.58	9.30	9.01
4.00	17.75	13.63	11.57	10.44	9.84	11.25	10.72	10.24	9.94	9.63

ANEXO 5

AREA : Building area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity ( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.59	2.92	3.25	4.06	5.06	6.28	7.84	7.29	6.87	6.54
1.50	3.61	4.11	5.20	6.54	7.21	10.19	9.70	8.84	8.36	7.96
2.00	4.45	5.73	7.32	8.22	9.59	12.06	11.34	10.79	10.19	9.71
2.50	5.67	7.41	9.60	12.28	11.34	13.81	12.97	12.14	11.68	10.98
3.00	7.65	10.14	13.25	13.99	12.64	15.37	14.38	13.44	12.71	11.80
3.50	9.22	13.77	16.16	14.99	13.34	16.41	15.34	14.34	13.39	12.46
4.00	12.28	14.87	18.24	15.74	14.24	17.44	16.07	15.04	13.89	12.96

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.70	3.07	3.44	4.34	5.43	6.55	6.04	5.66	5.37	5.13
1.50	3.74	4.30	5.49	6.97	6.75	8.24	7.63	7.03	6.69	6.42
2.00	4.58	5.98	7.72	8.68	7.84	9.56	9.06	8.68	8.26	7.92
2.50	5.79	7.69	10.09	10.15	9.35	11.07	10.48	9.91	9.58	9.10
3.00	7.83	10.55	12.91	11.35	10.41	12.31	11.62	10.96	10.45	9.82
3.50	9.22	13.77	13.88	12.19	11.05	13.18	12.44	11.74	11.08	10.43
4.00	12.61	15.51	14.61	12.87	11.82	14.05	13.10	12.38	11.58	10.93

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.74	3.12	3.50	4.43	4.66	5.44	5.05	4.77	4.54	4.36
1.50	3.79	4.36	5.59	6.30	5.82	6.95	6.49	6.03	5.77	5.57
2.00	4.62	6.06	7.86	7.51	6.88	8.19	7.80	7.51	7.20	6.94
2.50	5.83	7.78	10.06	8.86	8.25	9.56	9.12	8.68	8.43	8.06
3.00	7.89	10.69	11.09	9.89	9.18	10.63	10.10	9.60	9.21	8.73
3.50	9.52	14.57	11.94	10.66	9.78	11.41	10.84	10.31	9.81	9.32
4.00	12.71	15.54	12.62	11.29	10.50	12.19	11.47	10.92	10.31	9.82

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.76	3.80	4.84	4.59	4.23	4.89	4.57	4.32	4.13	3.98
1.50	3.81	4.39	5.64	5.77	5.36	6.32	5.93	5.54	5.32	5.15
2.00	4.65	6.61	7.84	6.94	6.40	7.51	7.18	6.94	6.67	6.46
2.50	5.85	7.83	9.24	8.23	7.71	8.82	8.44	8.07	7.86	7.55
3.00	7.92	10.76	10.18	9.18	8.57	9.80	9.35	8.93	8.60	8.19
3.50	9.55	13.60	10.98	9.90	9.16	10.54	10.06	9.61	9.18	8.76
4.00	12.77	14.10	11.63	10.51	9.84	11.27	10.66	10.20	9.68	9.26

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.77	3.82	4.83	4.29	3.98	4.56	4.27	4.06	3.89	3.75
1.50	3.82	4.41	5.67	5.44	5.08	5.94	5.59	5.24	5.05	4.89
2.00	4.66	6.64	7.39	6.59	6.11	7.10	6.81	6.59	6.35	6.16
2.50	5.86	7.86	8.74	7.84	7.38	8.37	8.03	7.70	7.52	7.24
3.00	7.94	10.80	9.64	8.74	8.20	9.29	8.90	8.52	8.23	7.87
3.50	9.58	12.73	10.41	9.44	8.78	10.01	9.58	9.18	8.80	8.43
4.00	12.80	13.23	11.04	10.04	9.44	10.72	10.17	9.76	9.30	8.93

ANEXO 5

AREA : Bagging area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity

( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.83	2.02	2.22	2.42	2.99	3.23	5.22	5.61	5.45	5.10
1.50	2.58	2.87	3.17	3.94	4.29	5.31	5.73	6.85	6.76	6.69
2.00	3.22	3.61	4.52	4.99	6.22	6.78	9.28	9.19	9.13	9.07
2.50	4.15	5.30	6.00	6.69	8.39	10.48	10.92	10.74	10.61	10.50
3.00	5.60	6.49	7.39	9.37	9.85	12.44	12.10	11.84	11.82	11.48
3.50	6.08	7.06	8.03	10.18	10.75	13.48	13.29	12.94	12.68	12.14
4.00	6.56	7.62	9.75	11.99	11.84	14.77	14.24	13.84	13.53	12.96

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.89	2.11	2.33	2.55	3.19	3.45	4.93	4.69	4.38	4.13
1.50	2.66	2.99	3.32	4.16	4.56	5.68	6.04	5.64	5.58	5.53
2.00	3.30	3.74	4.73	5.26	6.59	7.23	7.62	7.56	7.52	7.48
2.50	4.22	5.48	6.26	7.04	7.68	9.21	9.05	8.93	8.84	8.76
3.00	5.71	6.72	7.73	9.08	8.46	10.27	10.03	9.85	9.83	9.60
3.50	6.08	7.06	8.03	9.76	9.23	11.14	11.01	10.77	10.58	10.21
4.00	6.70	7.88	10.21	10.26	10.15	12.20	11.82	11.55	11.33	10.93

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.91	2.14	2.37	2.60	3.25	3.53	4.20	4.02	3.79	3.60
1.50	2.68	3.02	3.37	4.24	4.65	5.68	5.28	4.97	4.93	4.89
2.00	3.32	3.78	4.80	5.35	5.92	6.63	6.71	6.67	6.63	6.60
2.50	4.25	5.53	6.34	7.16	6.98	8.15	8.03	7.93	7.86	7.81
3.00	5.75	6.79	7.84	8.17	7.69	9.07	8.89	8.75	8.74	8.56
3.50	6.24	7.38	8.52	8.80	8.40	9.85	9.75	9.57	9.43	9.15
4.00	6.74	7.97	10.14	9.30	9.22	10.78	10.50	10.28	10.12	9.82

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.93	2.55	3.17	3.79	3.60	4.17	3.85	3.69	3.50	3.34
1.50	2.69	3.04	3.39	4.28	4.64	5.24	4.90	4.64	4.60	4.57
2.00	3.33	4.06	5.45	6.04	5.59	6.19	6.26	6.22	6.19	6.17
2.50	4.26	5.56	6.39	7.11	6.63	7.62	7.52	7.44	7.38	7.33
3.00	5.76	6.83	7.90	7.72	7.31	8.48	8.33	8.21	8.20	8.05
3.50	6.26	7.42	8.58	8.33	7.99	9.22	9.13	8.98	8.86	8.62
4.00	6.76	8.01	9.54	8.83	8.76	10.08	9.84	9.66	9.52	9.26

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.93	2.56	3.19	3.80	3.42	3.92	3.63	3.50	3.32	3.18
1.50	2.70	3.06	3.41	4.30	4.45	4.98	4.67	4.45	4.41	4.38
2.00	3.34	4.07	5.48	5.80	5.40	5.93	5.99	5.96	5.93	5.91
2.50	4.27	5.58	6.41	6.85	6.43	7.30	7.21	7.14	7.09	7.05
3.00	5.78	6.85	7.93	7.44	7.09	8.12	7.99	7.88	7.88	7.74
3.50	6.28	7.45	8.62	8.04	7.75	8.84	8.76	8.62	8.52	8.30
4.00	6.78	8.04	9.18	8.54	8.48	9.66	9.44	9.28	9.16	8.93

ANEXO 5

AREA : Urea Bulk Storage area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity

( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.31	2.92	3.25	4.61	5.50	7.13	6.70	6.50	6.52	6.22
1.50	3.61	4.62	5.20	7.41	7.65	9.78	9.24	8.84	8.53	8.28
2.00	4.96	5.73	8.26	9.29	9.19	12.06	11.79	11.19	10.73	10.51
2.50	7.75	9.26	12.74	11.74	11.34	14.61	13.88	13.34	12.74	12.26
3.00	8.48	12.67	14.24	13.24	12.64	15.91	15.07	14.24	13.60	13.08
3.50	9.22	15.43	16.07	14.74	13.94	17.47	16.25	15.34	14.63	13.74
4.00	13.67	18.64	18.24	16.49	15.04	18.77	17.21	16.24	15.49	14.72

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.40	3.07	3.44	4.86	4.41	5.62	5.24	5.11	5.12	4.91
1.50	3.74	4.84	5.49	6.33	6.19	7.68	7.31	7.03	6.81	6.64
2.00	5.11	5.98	8.21	7.63	7.56	9.56	9.37	8.96	8.63	8.48
2.50	7.94	9.64	10.32	9.63	9.35	11.62	11.12	10.74	10.32	9.99
3.00	8.69	12.91	11.52	10.82	10.41	12.68	12.10	11.52	11.07	10.71
3.50	9.22	14.46	12.95	12.02	11.46	13.93	13.08	12.44	11.94	11.32
4.00	14.05	16.35	14.61	13.39	12.38	14.98	13.89	13.22	12.69	12.16

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.43	3.12	3.50	4.16	3.81	4.73	4.45	4.34	4.35	4.19
1.50	3.79	4.92	5.59	5.50	5.40	6.53	6.25	6.03	5.87	5.74
2.00	5.16	6.06	7.16	6.72	6.67	8.19	8.05	7.73	7.48	7.37
2.50	8.00	9.76	9.00	8.46	8.25	9.99	9.60	9.31	9.00	8.74
3.00	8.76	11.09	10.03	9.50	9.18	10.91	10.47	10.03	9.68	9.41
3.50	9.52	12.38	11.23	10.53	10.10	11.98	11.33	10.84	10.47	10.00
4.00	14.17	13.94	12.62	11.69	10.92	12.90	12.07	11.56	11.16	10.75

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.80	4.44	3.81	3.52	4.29	4.05	3.96	3.97	3.84
1.50	3.81	4.96	5.39	5.09	5.00	5.96	5.72	5.54	5.40	5.29
2.00	5.19	6.61	6.64	6.27	6.22	7.51	7.39	7.12	6.91	6.81
2.50	8.03	9.24	8.34	7.89	7.71	9.18	8.85	8.61	8.34	8.12
3.00	8.79	10.18	9.29	8.84	8.57	10.04	9.66	9.29	9.00	8.77
3.50	9.55	11.36	10.39	9.79	9.43	11.01	10.47	10.06	9.74	9.34
4.00	14.23	12.75	11.63	10.85	10.20	11.87	11.17	10.74	10.40	10.05

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.82	4.16	3.60	3.34	4.03	3.82	3.74	3.74	3.62
1.50	3.82	4.98	5.11	4.85	4.77	5.62	5.40	5.24	5.12	5.02
2.00	5.20	6.64	6.33	5.99	5.96	7.10	6.99	6.75	6.57	6.48
2.50	8.05	8.74	7.94	7.54	7.38	8.69	8.40	8.18	7.94	7.75
3.00	8.81	9.64	8.84	8.44	8.20	9.51	9.17	8.84	8.58	8.38
3.50	9.58	10.74	9.87	9.34	9.02	10.43	9.95	9.58	9.30	8.94
4.00	14.27	12.04	11.04	10.34	9.76	11.25	10.63	10.24	9.94	9.63

ANEXO 5

AREA : Raw Water Basin area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity

( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.31	2.58	2.86	3.14	3.91	4.84	6.80	7.09	6.70	6.54
1.50	3.23	3.64	4.06	4.48	5.58	6.93	8.56	9.04	8.53	8.12
2.00	4.45	5.11	5.77	7.27	9.12	11.39	11.79	11.19	10.73	10.19
2.50	5.67	6.63	7.59	10.91	11.54	14.34	13.43	12.74	12.03	11.62
3.00	6.20	7.26	10.51	13.44	12.44	15.37	14.38	13.64	12.89	12.44
3.50	6.74	7.89	11.42	14.74	13.34	16.41	15.34	14.54	13.74	13.10
4.00	7.28	10.65	15.54	15.99	14.44	17.71	16.30	15.24	14.60	13.92

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.40	2.71	3.02	3.34	4.18	5.20	5.88	5.52	5.24	5.13
1.50	3.34	3.81	4.28	4.75	5.96	7.45	7.63	7.17	6.81	6.53
2.00	4.58	5.32	6.06	7.71	7.98	9.93	9.37	8.96	8.63	8.26
2.50	5.79	6.87	7.95	10.15	9.49	11.44	10.80	10.32	9.83	9.54
3.00	6.33	7.52	11.05	11.17	10.27	12.31	11.62	11.10	10.58	10.27
3.50	6.74	7.89	11.42	12.02	11.05	13.18	12.44	11.88	11.32	10.88
4.00	7.43	11.07	14.61	13.04	11.96	14.24	13.26	12.52	12.07	11.60

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.43	2.75	3.08	3.40	4.27	5.30	4.93	4.66	4.45	4.36
1.50	3.37	3.86	4.35	4.83	5.72	6.81	6.49	6.14	5.87	5.65
2.00	4.62	5.39	6.16	7.38	6.98	8.47	8.05	7.73	7.48	7.20
2.50	5.83	6.95	8.07	8.86	8.36	9.84	9.36	9.00	8.62	8.40
3.00	6.38	7.61	10.56	9.76	9.07	10.63	10.10	9.71	9.31	9.07
3.50	6.93	8.27	11.59	10.53	9.78	11.41	10.84	10.42	10.00	9.66
4.00	7.48	11.21	12.62	11.42	10.60	12.34	11.59	11.03	10.68	10.33

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.33	4.21	4.26	3.96	4.77	4.46	4.23	4.05	3.98
1.50	3.39	3.89	4.38	4.88	5.27	6.20	5.93	5.63	5.40	5.22
2.00	4.65	5.86	7.07	6.83	6.49	7.75	7.39	7.12	6.91	6.67
2.50	5.85	6.99	8.13	8.23	7.80	9.06	8.65	8.34	8.02	7.84
3.00	6.40	7.65	9.74	9.06	8.48	9.80	9.35	9.02	8.68	8.48
3.50	6.95	8.31	10.68	9.79	9.16	10.54	10.06	9.70	9.34	9.05
4.00	7.51	11.28	11.63	10.62	9.93	11.39	10.76	10.29	10.00	9.70

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.34	4.23	4.00	3.74	4.45	4.18	3.98	3.82	3.75
1.50	3.40	3.90	4.40	4.91	5.01	5.83	5.59	5.32	5.12	4.96
2.00	4.66	5.88	7.11	6.49	6.19	7.31	6.99	6.75	6.57	6.35
2.50	5.86	7.01	8.17	7.84	7.46	8.58	8.22	7.94	7.66	7.50
3.00	6.41	7.68	9.24	8.64	8.12	9.29	8.90	8.60	8.30	8.12
3.50	6.97	8.34	10.14	9.34	8.78	10.01	9.58	9.26	8.94	8.69
4.00	7.52	11.32	11.04	10.14	9.52	10.83	10.26	9.84	9.58	9.32



ANEXO 5

AREA : Flare Stack area

- Shallow Foundation Soil Bearing Capacity ( t/m<sup>2</sup>)

L/B = 1	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.31	2.58	2.86	3.14	3.91	4.23	4.56	4.89	5.27	5.10
1.50	3.61	4.11	4.60	5.09	5.58	6.08	6.57	7.05	6.58	6.37
2.00	4.45	5.11	5.77	6.42	7.08	7.74	8.82	8.40	8.24	8.44
2.50	5.67	6.63	7.59	8.56	9.15	10.48	10.23	9.55	9.90	9.86
3.00	6.88	8.11	9.34	10.57	10.05	11.91	11.19	10.84	10.93	10.84
3.50	7.48	8.81	10.15	11.48	10.75	12.68	11.69	11.94	11.79	11.50
4.00	8.07	9.51	10.95	12.40	11.44	13.44	12.87	13.04	12.82	12.32

L/B = 2	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.40	2.71	3.02	3.34	4.18	4.55	4.77	4.55	4.25	4.13
1.50	3.74	4.30	4.85	5.41	5.50	6.51	6.04	5.78	5.45	5.30
2.00	4.58	5.32	6.06	6.80	6.59	7.70	7.30	7.01	6.90	7.03
2.50	5.79	6.87	7.95	8.23	7.82	9.02	8.57	8.09	8.34	8.32
3.00	7.03	8.42	9.80	9.26	8.59	9.90	9.39	9.15	9.21	9.15
3.50	7.48	8.81	10.15	9.93	9.23	10.58	9.89	10.07	9.96	9.76
4.00	8.25	9.87	11.50	10.60	9.87	11.27	10.87	10.99	10.83	10.49

L/B = 3	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.43	2.75	3.08	3.40	3.70	4.31	4.08	3.92	3.69	3.60
1.50	3.79	4.36	4.94	5.11	4.87	5.68	5.28	5.08	4.83	4.72
2.00	4.62	5.39	6.16	6.19	5.92	6.77	6.47	6.24	6.16	6.26
2.50	5.83	6.95	7.93	7.40	7.08	8.00	7.66	7.30	7.49	7.47
3.00	7.08	8.52	8.96	8.30	7.80	8.79	8.40	8.22	8.27	8.22
3.50	7.70	9.26	9.64	8.93	8.40	9.43	8.90	9.04	8.96	8.81
4.00	8.31	9.99	10.50	9.57	9.01	10.07	9.77	9.86	9.74	9.48

L/B = 4	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.33	4.21	3.81	3.43	3.93	3.75	3.60	3.42	3.34
1.50	3.81	4.39	4.98	4.76	4.55	5.24	4.90	4.73	4.52	4.43
2.00	4.65	5.86	6.34	5.82	5.59	6.31	6.06	5.86	5.79	5.88
2.50	5.85	6.99	7.44	6.99	6.72	7.50	7.21	6.90	7.06	7.05
3.00	7.11	8.57	8.39	7.83	7.40	8.24	7.92	7.76	7.80	7.76
3.50	7.73	9.31	9.04	8.44	7.99	8.86	8.42	8.53	8.46	8.33
4.00	8.34	10.05	9.84	9.05	8.58	9.48	9.22	9.30	9.20	8.98

L/B = 5	B (m)									
EL.- (m)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	2.45	3.34	4.16	3.60	3.26	3.71	3.54	3.42	3.25	3.18
1.50	3.82	4.41	5.00	4.55	4.37	4.98	4.67	4.53	4.34	4.25
2.00	4.66	5.88	6.06	5.60	5.40	6.03	5.81	5.64	5.57	5.65
2.50	5.86	7.01	7.14	6.75	6.51	7.20	6.94	6.67	6.81	6.79
3.00	7.13	8.60	8.04	7.54	7.17	7.91	7.62	7.48	7.52	7.48
3.50	7.74	9.35	8.68	8.14	7.75	8.52	8.12	8.22	8.16	8.05
4.00	8.36	10.09	9.44	8.74	8.33	9.12	8.90	8.96	8.88	8.68

## ANEXO 6 DE PILOTES

---

### PILOTES

Para pilotes la estimación de la capacidad de carga utilizando dos métodos de Reese and Wright 1977) y de Reese and O'Neil (1988) ambos métodos aprobados por la Especificaciones Estándar AASHTO Edición 17, 2002.

En los distintos métodos las formulas y serán

- **Reese and O'Neil (1988)**

Resistencia por fricción

$$Q_s = \pi B \sum_{i=1}^n \gamma_i z_i \beta_i$$

$$f_{st} = \beta_i d_{ut} < 19.5 (t/m^2)$$

$$\beta_i = 1.5 - .224 \sqrt{z_i} ; 1.2 > \beta_i > 0.25$$

Resistencia por punta

$$Q_T = q_T A_T$$

$$\text{para } N = 0 \text{ a } 75 \quad q_T = 5.86 * N \quad (t/m^2)$$

$$\text{si } N > 75 \quad q_T = 440 \quad (t/m^2)$$

$N$  = numero de golpes en corregr

$\beta_i$  = factor de transferencia de carga en el  $i^{\text{vo}}$  intervalo

$\gamma_i$  = Efectivo peso unitario en el intervalo  $\left(\frac{t}{m^3}\right)$

$\Delta z_i$  =  $i^{\text{vo}}$  incremento de la longitud del fuste

- **Reese and Wright (1977)**

$$q_s = 0.287N \quad \text{para } N \leq 53 \quad (t/m^2)$$

$$q_s = 0.0108(N - 53) + 15.62 \quad (t/m^2) \quad \text{para } N > 53 \quad \left(\frac{t}{m^2}\right) \quad \text{para } 53 < N \leq 100$$

$$q_T = 15.62N \quad \text{para } N \leq 60 \quad (t/m^2)$$

## ANEXO 6 DE PILOTES

$$q_T = 440 \text{ para } N > 60 \text{ (t/m}^2\text{)}$$

$$Q_s = q_s A_s$$

$$Q_T = q_T A_T$$

Para los evaluar las cargas se utilizaran los ábacos que proponen los autores.

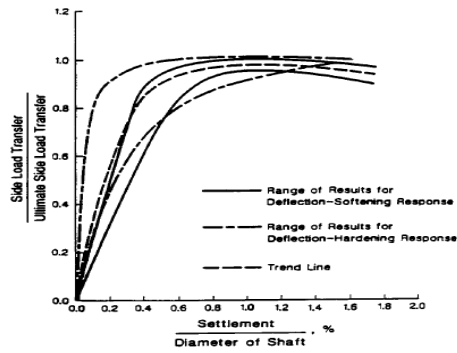


FIGURE 4.6.5.1.2A Load Transfer in Side Resistance Versus Settlement Drilled Shafts in Cohesionless Soil After Reese and O'Neill (1988)

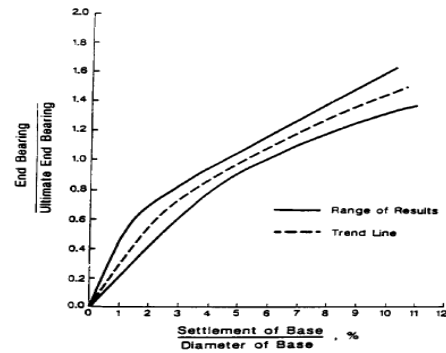


FIGURE 4.6.5.1.2B Load Transfer in Tip Bearing Versus Settlement Drilled Shafts in Cohesionless Soil After Reese and O'Neill (1988)

BH 01			
FS =	2.5	Natural EL	240.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.5	7	1.55	1.15	9.46	8.37	10.30	11.59				
3	4.0	6	1.5	1.05	4.87	11.89	8.83	9.94				
4.5	5.5	7	1.55	0.97	5.68	15.65	10.30	11.59				
6	7.0	6	1.5	0.91	4.87	17.95	8.83	9.94				
7.5	8.5	11	1.77	0.85	8.92	24.01	16.19	18.22				
9	10.0	45	2.1	0.79	36.50	31.32	66.21	74.52				
10.5	11.5	75	2.2	0.74	44.81	35.29	110.36	124.20				
					115.11	144.48	110.36	124.20	225.46	268.68	90.18	107.47

BH 02			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	5	1.4	1.18	5.41	6.24	7.36	8.28				
3	3.5	6	1.5	1.08	4.87	10.69	8.83	9.94				
4.5	5.0	7	1.55	1.00	5.68	14.59	10.30	11.59				
6	6.5	6	1.5	0.93	4.87	17.06	8.83	9.94				
7.5	8.0	58	2.2	0.87	44.29	28.73	85.34	96.05				
9	9.5	34	1.99	0.81	27.58	28.84	50.03	56.31				
10.5	11.0	60	2.2	0.76	44.36	34.52	88.28	99.36				
11	11.5	54	2.2	0.74	14.72	35.29	79.46	89.43				
					151.77	175.96	79.46	89.43	231.22	265.38	92.49	106.15

BH 03			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	5	1.4	1.18	5.41	6.24	7.36	8.28				
3	3.5	17	1.84	1.08	13.79	13.11	25.01	28.15				
4.5	5.0	60	2.2	1.00	44.36	20.71	88.28	99.36				
6	6.5	5	1.4	0.93	4.06	15.93	7.36	8.28				
7.5	8.0	23	1.92	0.87	18.65	25.07	33.84	38.09				
9	9.5	7	1.55	0.81	5.68	22.46	10.30	11.59				
10.5	11.0	45	2.1	0.76	36.50	32.95	66.21	74.52				
11	11.5	75	2.2	0.74	14.94	35.29	110.36	124.20				
					143.37	171.76	110.36	124.20	253.73	295.96	101.49	118.38

BH 04			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	4	1.3	1.20	3.24	4.41	5.89	6.62				
3	3.0	6	1.5	1.11	4.87	9.43	8.83	9.94				
4.5	4.5	43	2.1	1.02	34.88	18.25	63.27	71.21				
6	6.0	22	1.91	0.95	17.84	20.54	32.37	36.43				
7.5	7.5	57	2.2	0.89	44.26	27.56	83.87	94.39				
9	9.0	55	2.2	0.83	44.20	30.89	80.93	91.08				
10.5	10.5	75	2.2	0.77	44.81	33.69	110.36	124.20				
					194.11	144.76	110.36	124.20	304.47	268.96	121.79	107.58

BH 05			
FS =	2.5	Natural EL	242.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	16.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	0.5	4	1.3	1.20								
3	2.0	16	1.83	1.18	12.98	8.16	23.54	26.50				
4.5	3.5	16	1.83	1.08	12.98	13.04	23.54	26.50				
6	5.0	38	2	1.00	30.82	18.82	55.91	62.93				
7.5	6.5	50	2.2	0.93	40.55	25.03	73.57	82.80				
9	8.0	37	2	0.87	30.01	26.12	54.44	61.27				
10.5	9.5	21	1.9	0.81	17.03	27.53	30.90	34.78				
12	11.0	11	1.77	0.76	8.92	27.77	16.19	18.22				
13.5	12.5	16	1.83	0.71	12.98	30.51	23.54	26.50				
15	14.0	15	1.82	0.66	12.17	31.77	22.07	24.84				
16.5	15.5	28	1.97	0.62	22.71	35.56	41.20	46.37				
17	16.0	75	2.2	0.60	14.94	40.06	110.36	124.20				
					216.08	284.37	110.36	124.20	326.44	408.57	130.57	163.43

BH 06			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	8	1.6	1.18	8.65	7.13	11.77	13.25				
3	3.5	5	1.4	1.08	4.06	9.98	7.36	8.28				
4.5	5.0	8	1.6	1.00	6.49	15.06	11.77	13.25				
6	6.5	34	1.99	0.93	27.58	22.64	50.03	56.31				
7.5	8.0	35	1.99	0.87	28.39	25.99	51.50	57.96				
9	9.5	45	2.1	0.81	36.50	30.43	66.21	74.52				
10.5	11.0	75	2.2	0.76	89.63	34.52	110.36	124.20				
					201.28	145.74	110.36	124.20	311.64	269.94	124.66	107.98

BH 07			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	6	1.5	1.18	6.49	6.69	8.83	9.94				
3	3.5	9	1.7	1.08	7.30	12.12	13.24	14.90				
4.5	5.0	25	1.94	1.00	20.28	18.26	36.79	41.40				
6	6.5	30	1.99	0.93	24.33	22.64	44.14	49.68				
7.5	8.0	38	2	0.87	30.82	26.12	55.91	62.93				
9	9.5	64	2.2	0.81	44.48	31.88	94.17	105.99				
10	10.5	75	2.2	0.77	74.69	33.69	110.36	124.20				
					208.38	151.39	110.36	124.20	318.74	275.59	127.50	110.24

BH 08			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	13	1.8	1.20	10.54	6.10	19.13	21.53				
3	3.0	11	1.77	1.11	8.92	11.12	16.19	18.22				
4.5	4.5	5	1.4	1.02	4.06	12.16	7.36	8.28				
6	6.0	62	2.2	0.95	44.42	23.66	91.23	102.67				
7.5	7.5	75	2.2	0.89	44.81	27.56	110.36	124.20				
9	9.0	75	2.2	0.83	44.81	30.89	110.36	124.20				
10.5	10.5	75	2.2	0.77	44.81	33.69	110.36	124.20				
					202.38	145.19	110.36	124.20	312.73	269.39	125.09	107.76

BH 09			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	7	1.55	1.18	7.57	6.91	10.30	11.59				
3	3.5	19	1.87	1.08	15.41	13.33	27.96	31.46				
4.5	5.0	6	1.5	1.00	4.87	14.12	8.83	9.94				
6	6.5	31	1.99	0.93	25.14	22.64	45.61	51.34				
7.5	8.0	24	1.93	0.87	19.47	25.20	35.31	39.74				
9	9.5	7	1.55	0.81	5.68	22.46	10.30	11.59				
10.5	11.0	65	2.2	0.76	44.51	34.52	95.64	107.64				
11	11.5	75	2.2	0.74	14.94	35.29	110.36	124.20				
					137.58	174.46	110.36	124.20	247.93	298.67	99.17	119.47

BH 10			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	5	1.4	1.20	4.06	4.75	7.36	8.28				
3	3.0	5	1.4	1.11	4.06	8.80	7.36	8.28				
4.5	4.5	22	1.91	1.02	17.84	16.59	32.37	36.43				
6	6.0	38	2	0.95	30.82	21.51	55.91	62.93				
7.5	7.5	27	1.96	0.89	21.90	24.55	39.73	44.71				
9	9.0	20	1.89	0.83	16.22	26.53	29.43	33.12				
10.5	10.5	40	2	0.77	32.44	30.63	58.86	66.24				
11	11.0	75	2.2	0.76	14.94	34.52	110.36	124.20				
					142.27	167.88	110.36	124.20	252.63	292.09	101.05	116.83

BH 11			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	5	1.4	1.18	5.41	6.24	7.36	8.28				
3	3.5	4	1.3	1.08	3.24	9.27	5.89	6.62				
4.5	5.0	24	1.93	1.00	19.47	18.16	35.31	39.74				
6	6.5	50	2.2	0.93	40.55	25.03	73.57	82.80				
7.5	8.0	11	1.77	0.87	8.92	23.11	16.19	18.22				
9	9.5	69	2.2	0.81	44.63	31.88	101.53	114.27				
10.5	11.0	75	2.2	0.76	44.81	34.52	110.36	124.20				
					167.04	148.21	110.36	124.20	277.39	272.41	110.96	108.96

BH 12			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m2	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m2	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Qs		QT		Qu		Qa	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	2	1.2	1.20	1.62	4.07	2.94	3.31				
3	3.0	28	1.97	1.11	22.71	12.38	41.20	46.37				
4.5	4.5	5	1.4	1.02	4.06	12.16	7.36	8.28				
6	6.0	8	1.6	0.95	6.49	17.21	11.77	13.25				
7.5	7.5	38	2	0.89	30.82	25.05	55.91	62.93				
9	9.0	9	1.7	0.83	7.30	23.87	13.24	14.90				
10.5	10.5	6	1.5	0.77	4.87	22.97	8.83	9.94				
11	11.0	75	2.2	0.76	59.75	34.52	110.36	124.20				
					137.61	152.23	110.36	124.20	247.97	276.43	99.19	110.57

BH 13			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m2	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m2	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Qs		QT		Qu		Qa	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	7	1.55	1.20	5.68	5.26	10.30	11.59				
3	3.0	8	1.6	1.11	6.49	10.06	11.77	13.25				
4.5	4.5	33	1.99	1.02	26.77	17.29	48.56	54.65				
6	6.0	43	2.1	0.95	34.88	22.58	63.27	71.21				
7.5	7.5	36	2	0.89	29.20	25.05	52.97	59.62				
9	9.0	37	2	0.83	30.01	28.08	54.44	61.27				
10.5	10.5	49	2.2	0.77	39.74	33.69	72.10	81.15				
11	11.0	75	2.2	0.76	14.94	34.52	110.36	124.20				
					187.69	176.53	110.36	124.20	298.05	300.73	119.22	120.29

BH 14			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m2	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m2	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Qs		QT		Qu		Qa	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	6	1.5	1.20	4.87	5.09	8.83	9.94				
3	3.0	8	1.6	1.11	6.49	10.06	11.77	13.25				
4.5	4.5	25	1.94	1.02	20.28	16.86	36.79	41.40				
6	6.0	32	1.99	0.95	25.95	21.40	47.08	52.99				
7.5	7.5	38	2	0.89	30.82	25.05	55.91	62.93				
9	9.0	11	1.77	0.83	8.92	24.85	16.19	18.22				
10.5	10.5	46	2.2	0.77	37.31	33.69	67.68	76.18				
11	11.0	75	2.2	0.76	14.94	34.52	110.36	124.20				
					149.57	171.51	110.36	124.20	259.93	295.71	103.97	118.29

BH 15			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m2	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m2	L =	11.5 m

Silty Sand

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Qs		QT		Qu		Qa	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	5	1.4	1.20	2.70	3.17	7.36	8.28				
3	2.5	6	1.5	1.15	4.87	8.10	8.83	9.94				
4.5	4.0	15	1.82	1.05	12.17	14.43	22.07	24.84				
6	5.5	33	1.99	0.97	26.77	20.10	48.56	54.65				
7.5	7.0	50	2.2	0.91	40.55	26.33	73.57	82.80				
9	8.5	33	1.99	0.85	26.77	26.99	48.56	54.65				
10.5	10.0	28	1.97	0.79	22.71	29.38	41.20	46.37				
12	11.5	51	2.2	0.74	41.36	35.29	75.04	84.46				
					177.89	163.77	75.04	84.46	252.93	248.23	101.17	99.29

BH 16			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	5	1.4	1.20	2.70	3.17	7.36	8.28				
3	2.5	14	1.81	1.15	11.35	9.77	20.60	23.18				
4.5	4.0	22	1.91	1.05	17.84	15.14	32.37	36.43				
6	5.5	25	1.94	0.97	20.28	19.59	36.79	41.40				
7.5	7.0	16	1.83	0.91	12.98	21.90	23.54	26.50				
9	8.5	66	2.2	0.85	44.54	29.84	97.11	109.30				
10.5	10.0	52	2.2	0.79	42.18	32.81	76.51	86.11				
12	11.5	44	2.1	0.74	35.69	33.69	64.74	72.87				
					187.56	165.90	64.74	72.87	252.30	238.77	100.92	95.51

BH 17			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	5	1.4	1.20	2.70	3.17	7.36	8.28				
3	2.5	7	1.55	1.15	5.68	8.37	10.30	11.59				
4.5	4.0	9	1.7	1.05	7.30	13.48	13.24	14.90				
6	5.5	38	2	0.97	30.82	20.20	55.91	62.93				
7.5	7.0	45	2.1	0.91	36.50	25.13	66.21	74.52				
9	8.5	15	1.82	0.85	12.17	24.68	22.07	24.84				
10.5	10.0	51	2.2	0.79	41.36	32.81	75.04	84.46				
11.5	11.0	75	2.2	0.76	29.88	34.52	110.36	124.20				
					166.40	162.35	110.36	124.20	276.76	286.55	110.70	114.62

BH 18			
FS =	2.5	Natural EL	242.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	0.5	7	1.55	1.20	1.89	1.75	10.30	11.59				
3	2.0	6	1.5	1.18	4.87	6.69	8.83	9.94				
4.5	3.5	50	2.2	1.08	40.55	15.68	73.57	82.80				
6	5.0	49	2.2	1.00	39.74	20.71	72.10	81.15				
7.5	6.5	50	2.2	0.93	40.55	25.03	73.57	82.80				
9	8.0	21	1.9	0.87	17.03	24.81	30.90	34.78				
10.5	9.5	36	2	0.81	29.20	28.98	52.97	59.62				
11	10.0	75	2.2	0.79	14.94	32.81	110.36	124.20				
					188.78	156.46	110.36	124.20	299.13	280.66	119.65	112.26

BH 19			
FS =	2.5	Natural EL	241.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.5	7	1.55	1.20	5.68	5.26	10.30	11.59				
3	3.0	6	1.5	1.11	4.87	9.43	8.83	9.94				
4.5	4.5	50	2.2	1.02	40.55	19.11	73.57	82.80				
6	6.0	49	2.2	0.95	39.74	23.66	72.10	81.15				
7.5	7.5	50	2.2	0.89	40.55	27.56	73.57	82.80				
9	9.0	21	1.9	0.83	17.03	26.68	30.90	34.78				
10.5	10.5	36	2	0.77	29.20	30.63	52.97	59.62				
11	11.0	75	2.2	0.76	14.94	34.52	110.36	124.20				
					192.56	176.84	110.36	124.20	302.92	301.04	121.17	120.42



BH 20			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	7	1.55	1.20	3.78	3.50	10.30	11.59				
3	2.5	14	1.81	1.15	11.35	9.77	20.60	23.18				
4.5	4.0	28	1.97	1.05	22.71	15.62	41.20	46.37				
6	5.5	27	1.96	0.97	21.90	19.80	39.73	44.71				
7.5	7.0	19	1.87	0.91	15.41	22.38	27.96	31.46				
9	8.5	48	2.2	0.85	38.93	29.84	70.63	79.49				
10.5	10.0	73	2.2	0.79	44.75	32.81	107.41	120.89				
					158.84	133.71	107.41	120.89	266.25	254.60	106.50	101.84

BH 21			
FS =	2.5	Natural EL	242.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	0.0	7	1.55	1.20								
3	1.5	12	1.79	1.20	9.73	6.07	17.66	19.87				
4.5	3.0	10	1.76	1.11	8.11	11.06	14.71	16.56				
6	4.5	10	1.76	1.02	8.11	15.29	14.71	16.56				
7.5	6.0	41	2.1	0.95	33.25	22.58	60.33	67.90				
9	7.5	50	2.2	0.89	40.55	27.56	73.57	82.80				
10.5	9.0	50	2.2	0.83	40.55	30.89	73.57	82.80				
12	10.5	75	2.2	0.77	89.63	33.69	110.36	124.20				
					229.94	147.14	110.36	124.20	340.30	271.35	136.12	108.54

BH 22			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	6	1.5	1.20	3.24	3.39	8.83	9.94				
3	2.5	16	1.83	1.15	12.98	9.88	23.54	26.50				
4.5	4.0	32	1.99	1.05	25.95	15.78	47.08	52.99				
6	5.5	10	1.76	0.97	8.11	17.78	14.71	16.56				
7.5	7.0	16	1.83	0.91	12.98	21.90	23.54	26.50				
9	8.5	32	1.99	0.85	25.95	26.99	47.08	52.99				
10.5	10.0	50	2.2	0.79	40.55	32.81	73.57	82.80				
11.5	11.0	75	2.2	0.76	29.88	34.52	110.36	124.20				
					159.65	163.04	110.36	124.20	270.00	287.24	108.00	114.90

BH 23			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	10	1.76	1.20	5.41	3.98	14.71	16.56				
3	2.5	40	2	1.15	32.44	10.79	58.86	66.24				
4.5	4.0	39	2	1.05	31.63	15.86	57.38	64.59				
6	5.5	53	2.2	0.97	42.99	22.22	77.98	87.77				
7.5	7.0	78	2.2	0.91	44.91	26.33	114.77	124.34				
9	8.5	63	2.2	0.85	44.45	29.84	92.70	104.33				
10.5	10.0	19	1.87	0.79	15.41	27.89	27.96	31.46				
11	10.5	75	2.2	0.77	14.94	33.69	110.36	124.20				
					232.17	170.59	110.36	124.20	342.52	294.80	137.01	117.92

BH 24			
FS =	2.5	Natural EL	243.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Silty Sand

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(0.5)	2	1.2	0.00								
3	1.0	1	1.1	1.20	0.54	7.46	1.47	1.66				
4.5	2.5	19	1.87	1.15	15.41	18.17	27.96	31.46				
6	4.0	21	1.9	1.05	17.03	22.59	30.90	34.78				
7.5	5.5	15	1.82	0.97	12.17	25.07	22.07	24.84				
9	7.0	75	2.2	0.91	44.81	33.85	110.36	124.20				
10.5	8.5	19	1.87	0.85	15.41	31.33	27.96	31.46				
12	10.0	75	2.2	0.79	44.81	39.37	110.36	124.20				
					150.19	177.84	110.36	124.20	260.54	302.04	104.22	120.82

BH 25			
FS =	2.5	Natural EL	242.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	0.5	6	1.5	1.20								
3	2.0	7	1.55	1.18	5.68	6.91	10.30	11.59				
4.5	3.5	27	1.96	1.08	21.90	13.97	39.73	44.71				
6	5.0	45	2.1	1.00	36.50	19.76	66.21	74.52				
7.5	6.5	30	1.99	0.93	24.33	22.64	44.14	49.68				
9	8.0	53	2.2	0.87	42.99	28.73	77.98	87.77				
10.5	9.5	47	2.2	0.81	38.12	31.88	69.16	77.83				
11	10.0	75	2.2	0.79	59.75	32.81	110.36	124.20				
					229.26	156.70	110.36	124.20	339.62	280.90	135.85	112.36

BH 26			
FS =	2.5	Natural EL	242.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	0.5	1	1.1	1.20	0.27	1.24	1.47	1.66				
3	2.0	5	1.4	1.18	4.06	6.24	7.36	8.28				
4.5	3.5	13	1.8	1.08	10.54	12.83	19.13	21.53				
6	5.0	30	1.99	1.00	24.33	18.73	44.14	49.68				
7.5	6.5	65	2.2	0.93	44.51	25.03	95.64	107.64				
9	8.0	74	2.2	0.87	44.78	28.73	108.88	122.55				
10.5	9.5	40	2	0.81	32.44	28.98	58.86	66.24				
12	11.0	57	2.2	0.76	88.53	34.52	83.87	94.39				
					249.46	156.30	83.87	94.39	333.33	250.69	133.33	100.28

BH 27			
FS =	2.5	Natural EL	243.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Granded Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(1.0)	6	1.5	0.00								
3	0.5	6	1.5	1.20	4.87	1.70	8.83	9.94				
4.5	2.0	6	1.5	1.18	4.87	6.69	8.83	9.94				
6	3.5	32	1.99	1.08	25.95	14.18	47.08	52.99				
7.5	5.0	50	2.2	1.00	40.55	20.71	73.57	82.80				
9	6.5	58	2.2	0.93	44.29	25.03	85.34	96.05				
10.5	8.0	69	2.2	0.87	44.63	28.73	101.53	114.27				
12	9.5	68	2.2	0.81	89.20	31.88	100.06	112.61				
12.5	10.0	68	2.2	0.79	104.07	32.81	100.06	112.61				
					358.43	161.72	100.06	112.61	458.49	274.33	183.39	109.73

BH 28			
FS =	2.5	Natural EL	242.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	0.0	1	1.1	1.20								
3	1.5	4	1.3	1.20	3.24	4.41	5.89	6.62				
4.5	3.0	22	1.91	1.11	17.84	12.00	32.37	36.43				
6	4.5	70	2.2	1.02	44.66	19.11	103.00	115.92				
7.5	6.0	32	1.99	0.95	25.95	21.40	47.08	52.99				
9	7.5	30	1.99	0.89	24.33	24.93	44.14	49.68				
10.5	9.0	60	2.2	0.83	44.36	30.89	88.28	99.36				
12	10.5	57	2.2	0.77	44.26	33.69	83.87	94.39				
					204.65	146.43	83.87	94.39	288.52	240.83	115.41	96.33

BH 29			
FS =	2.5	Natural EL	243.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	9.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(1.0)	7	1.55	0.00								
3	0.5	12	1.79	1.20	3.24	2.02	17.66	19.87				
4.5	2.0	4	1.3	1.18	3.24	5.80	5.89	6.62				
6	3.5	26	1.95	1.08	21.09	13.90	38.26	43.06				
7.5	5.0	45	2.1	1.00	36.50	19.76	66.21	74.52				
9	6.5	45	2.1	0.93	36.50	23.89	66.21	74.52				
10.5	8.0	70	2.2	0.87	44.66	28.73	103.00	115.92				
12	9.5	69	2.2	0.81	89.26	31.88	101.53	114.27				
					234.49	125.98	101.53	114.27	336.02	240.25	134.41	96.10

BH 30			
FS =	2.5	Natural EL	243.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Gravel with Clay sand

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(0.5)	2	1.2	0.00								
3	1.0	3	1.25	1.20	1.62	2.83	4.41	4.97				
4.5	2.5	17	1.84	1.15	13.79	9.93	25.01	28.15				
6	4.0	22	1.91	1.05	17.84	15.14	32.37	36.43				
7.5	5.5	34	1.99	0.97	27.58	20.10	50.03	56.31				
9	7.0	75	2.2	0.91	44.81	26.33	110.36	124.20				
10.5	8.5	75	2.2	0.85	44.81	29.84	110.36	124.20				
12	10.0	75	2.2	0.79	44.81	32.81	110.36	124.20				
					195.27	136.97	110.36	124.20	305.63	261.18	122.25	104.47

BH 31			
FS =	2.5	Natural EL	244.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(1.5)	1	1.1	0.00								
3	0.0	5	1.4	1.20								
4.5	1.5	14	1.81	1.20	11.35	6.14	20.60	23.18				
6	3.0	46	2.2	1.11	37.31	13.83	67.68	76.18				
7.5	4.5	75	2.2	1.02	44.81	19.11	110.36	124.20				
9	6.0	50	2.2	0.95	40.55	23.66	73.57	82.80				
10.5	7.5	32	1.99	0.89	25.95	24.93	47.08	52.99				
12	9.0	22	1.91	0.83	17.84	26.82	32.37	36.43				
13.5	10.5	75	2.2	0.77	89.63	33.69	110.36	124.20				
					267.45	148.17	110.36	124.20	377.81	272.38	151.12	108.95

BH 32			
FS =	2.5	Natural EL	244.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	8.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(2.0)	4	1.3	0.00								
3	(0.5)	3	1.25	0.00								
4.5	1.0	6	1.5	1.20	3.24	3.39	8.83	9.94				
6	2.5	32	1.99	1.15	25.95	10.74	47.08	52.99				
7.5	4.0	38	2	1.05	30.82	15.86	55.91	62.93				
9	5.5	59	2.2	0.97	44.33	22.22	86.81	97.71				
10.5	7.0	75	2.2	0.91	89.63	26.33	110.36	124.20				
12	8.5	75	2.2	0.85	134.44	29.84	110.36	124.20				
					328.41	108.37	110.36	124.20	438.77	232.57	175.51	93.03

BH 33			
FS =	2.5	Natural EL	246.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	$\gamma$	$\beta$	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(3.5)	3	1.25	0.00								
3	(2.0)	4	1.3	0.00								
4.5	(0.5)	4	1.3	0.00								
6	1.0	15	1.82	1.20	8.11	4.11	22.07	24.84				
7.5	2.5	16	1.83	1.15	12.98	9.88	23.54	26.50				
9	4.0	15	1.82	1.05	12.17	14.43	22.07	24.84				
10.5	5.5	75	2.2	0.97	44.81	22.22	110.36	124.20				
12	7.0	68	2.2	0.91	89.20	26.33	100.06	112.61				
13.5	8.5	75	2.2	0.85	134.44	29.84	110.36	124.20				
15	10.0	75	2.2	0.79	134.44	32.81	110.36	124.20				
					436.15	139.61	110.36	124.20	546.50	263.82	218.60	105.53

BH 34			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Gravel and Boulder

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	5	1.4	1.18	5.41	6.24	7.36	8.28				
3	3.5	5	1.4	1.08	4.06	9.98	7.36	8.28				
4.5	5.0	21	1.9	1.00	17.03	17.88	30.90	34.78				
6	6.5	22	1.91	0.93	17.84	21.73	32.37	36.43				
7.5	8.0	66	2.2	0.87	44.54	28.73	97.11	109.30				
9	9.5	57	2.2	0.81	44.26	31.88	83.87	94.39				
10.5	11.0	75	2.2	0.76	44.81	34.52	110.36	124.20				
11	11.5	65	2.2	0.74	14.84	35.29	95.64	107.64				
					192.79	186.24	95.64	107.64	288.43	293.89	115.37	117.55

BH-T 01			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	6	1.5	1.18	6.49	6.69	8.83	9.94				
3	3.5	7	1.55	1.08	5.68	11.05	10.30	11.59				
4.5	5.0	10	1.76	1.00	8.11	16.56	14.71	16.56				
6	6.5	33	1.99	0.93	26.77	22.64	48.56	54.65				
7.5	8.0	33	1.99	0.87	26.77	25.99	48.56	54.65				
9	9.5	53	2.2	0.81	42.99	31.88	77.98	87.77				
10.5	11.0	75	2.2	0.76	44.81	34.52	110.36	124.20				
11	11.5	75	2.2	0.74	14.94	35.29	110.36	124.20				
					176.54	184.61	110.36	124.20	286.90	308.81	114.76	123.52

BH-T 02			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	13.0 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	5	1.4	1.18	5.41	6.24	7.36	8.28				
3	3.5	20	1.89	1.08	16.22	13.47	29.43	33.12				
4.5	5.0	31	1.99	1.00	25.14	18.73	45.61	51.34				
6	6.5	5	1.4	0.93	4.06	15.93	7.36	8.28				
7.5	8.0	21	1.9	0.87	17.03	24.81	30.90	34.78				
9	9.5	31	1.99	0.81	25.14	28.84	45.61	51.34				
10.5	11.0	68	2.2	0.76	44.60	34.52	100.06	112.61				
12.5	13.0	40	2	0.69	43.26	33.91	58.86	66.24				
					180.86	176.45	58.86	66.24	239.71	242.69	95.89	97.08

BH-T 03			
FS =	2.5	Natural EL	241.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	10.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	1.0	4	1.3	1.20	2.16	2.94	5.89	6.62				
3	2.5	6	1.5	1.15	4.87	8.10	8.83	9.94				
4.5	4.0	23	1.92	1.05	18.65	15.22	33.84	38.09				
6	5.5	50	2.2	0.97	40.55	22.22	73.57	82.80				
7.5	7.0	35	1.99	0.91	28.39	23.81	51.50	57.96				
9	8.5	21	1.9	0.85	17.03	25.77	30.90	34.78				
10.5	10.0	75	2.2	0.79	44.81	32.81	110.36	124.20				
11	10.5	75	2.2	0.77	14.94	33.69	110.36	124.20				
					171.41	164.56	110.36	124.20	281.76	288.76	112.71	115.51

BH-T 04			
FS =	2.5	Natural EL	243.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Silty Sand and Clay with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	(1.0)	8	1.6	0.00								
3	0.5	4	1.3	1.20	1.08	1.47	5.89	6.62				
4.5	2.0	9	1.7	1.18	7.30	7.58	13.24	14.90				
6	3.5	6	1.5	1.08	4.87	10.69	8.83	9.94				
7.5	5.0	21	1.9	1.00	17.03	17.88	30.90	34.78				
9	6.5	41	2.1	0.93	33.25	23.89	60.33	67.90				
10.5	8.0	65	2.2	0.87	44.51	28.73	95.64	107.64				
12	9.5	18	1.85	0.81	29.20	26.81	26.49	29.81				
13.5	11.0	50	2.2	0.76	81.11	34.52	73.57	82.80				
					218.35	151.56	73.57	82.80	291.92	234.37	116.77	93.75

BH-T 07			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.0 m

Clay with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	2	1.2	1.18	2.16	5.35	2.94	3.31				
3	3.5	7	1.55	1.08	5.68	11.05	10.30	11.59				
4.5	5.0	22	1.91	1.00	17.84	17.98	32.37	36.43				
6	6.5	26	1.95	0.93	21.09	22.18	38.26	43.06				
7.5	8.0	45	2.1	0.87	36.50	27.42	66.21	74.52				
9	9.5	75	2.2	0.81	44.81	31.88	110.36	124.20				
10.5	11.0	75	2.2	0.76	44.81	34.52	110.36	124.20				
					170.73	145.03	110.36	124.20	281.09	269.23	112.44	107.69

BH-T 08			
FS =	2.5	Natural EL	240.5 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	12.5 m

Silty Sand with Gravel

D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.0	8	1.6	1.18	8.65	7.13	11.77	13.25				
3	3.5	14	1.81	1.08	11.35	12.90	20.60	23.18				
4.5	5.0	17	1.84	1.00	13.79	17.32	25.01	28.15				
6	6.5	36	2	0.93	29.20	22.75	52.97	59.62				
7.5	8.0	74	2.2	0.87	44.78	28.73	108.88	122.55				
9	9.5	75	2.2	0.81	44.81	31.88	110.36	124.20				
10.5	11.0	53	2.2	0.76	42.99	34.52	77.98	87.77				
12	12.5	20	1.89	0.71	16.22	31.51	29.43	33.12				
					211.80	186.74	29.43	33.12	241.22	219.86	96.49	87.95

BH-T 09			
FS =	2.5	Natural EL	240.0 m
As =	1.884 m <sup>2</sup>	Dia =	0.6 m
At =	0.2826 m <sup>2</sup>	L =	11.5 m

Gravel and Boulder

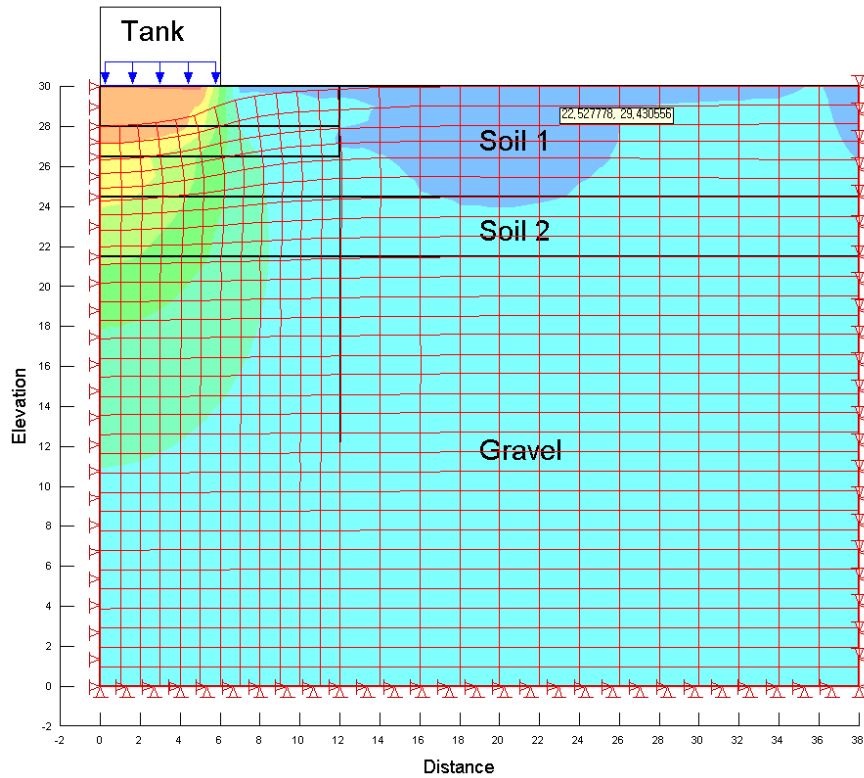
D	Real EL. -	N	γ	β	Q <sub>s</sub>		Q <sub>T</sub>		Q <sub>u</sub>		Q <sub>a</sub>	
					Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil	Reese and Wright	Reese and O'Neil
1.5	2.5	7	1.55	1.15	9.46	8.37	10.30	11.59				
3	4.0	14	1.81	1.05	11.35	14.35	20.60	23.18				
4.5	5.5	8	1.6	0.97	6.49	16.16	11.77	13.25				
6	7.0	19	1.87	0.91	15.41	22.38	27.96	31.46				
7.5	8.5	22	1.91	0.85	17.84	25.90	32.37	36.43				
9	10.0	75	2.2	0.79	44.81	32.81	110.36	124.20				
10.5	11.5	75	2.2	0.74	44.81	35.29	110.36	124.20				
					150.19	155.26	110.36	124.20	260.54	279.46	104.22	111.78

## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

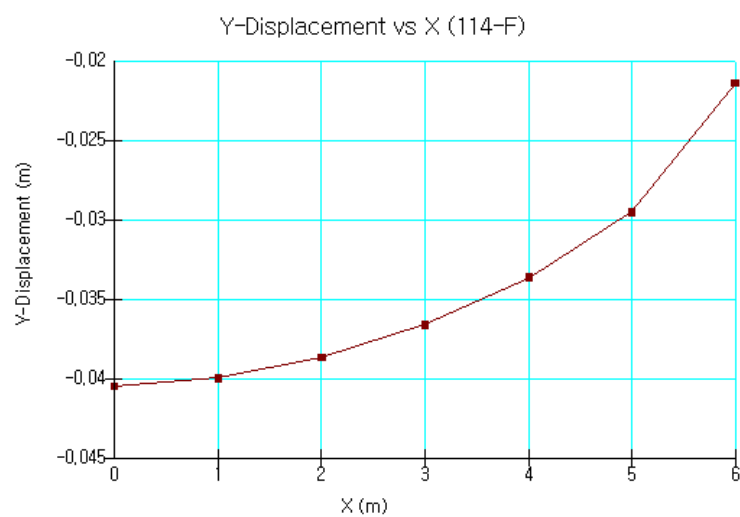
### 1. Storage Tank

#### (1) 114-F

##### 1) Modeling using Sigma W (1.5m Replacement)



##### 2) Calculated Settlement

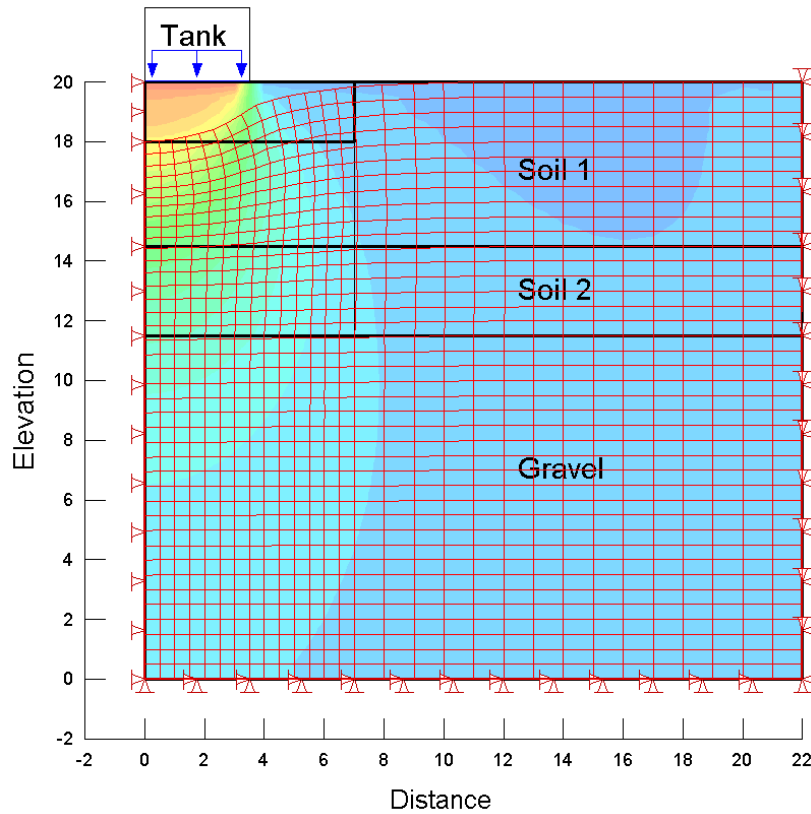


Position	Center	Edge
Settlement (mm)	40.49	21.34

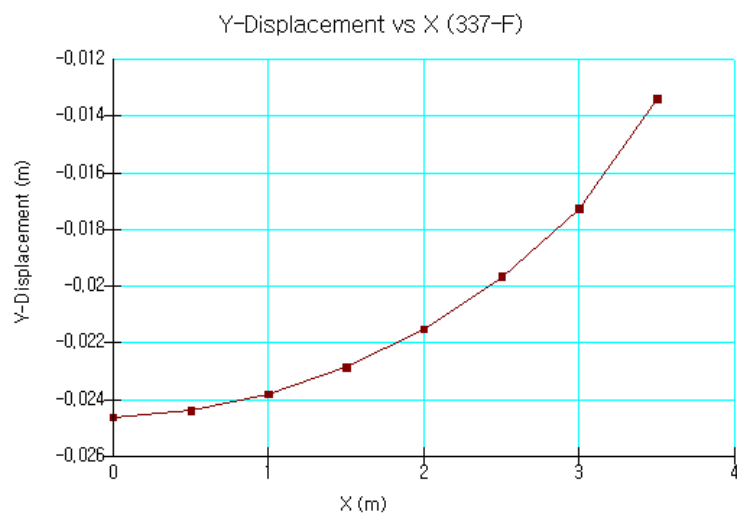
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (2) 337-F

#### 1) Modeling using Sigma W



#### 2) Calculated Settlement



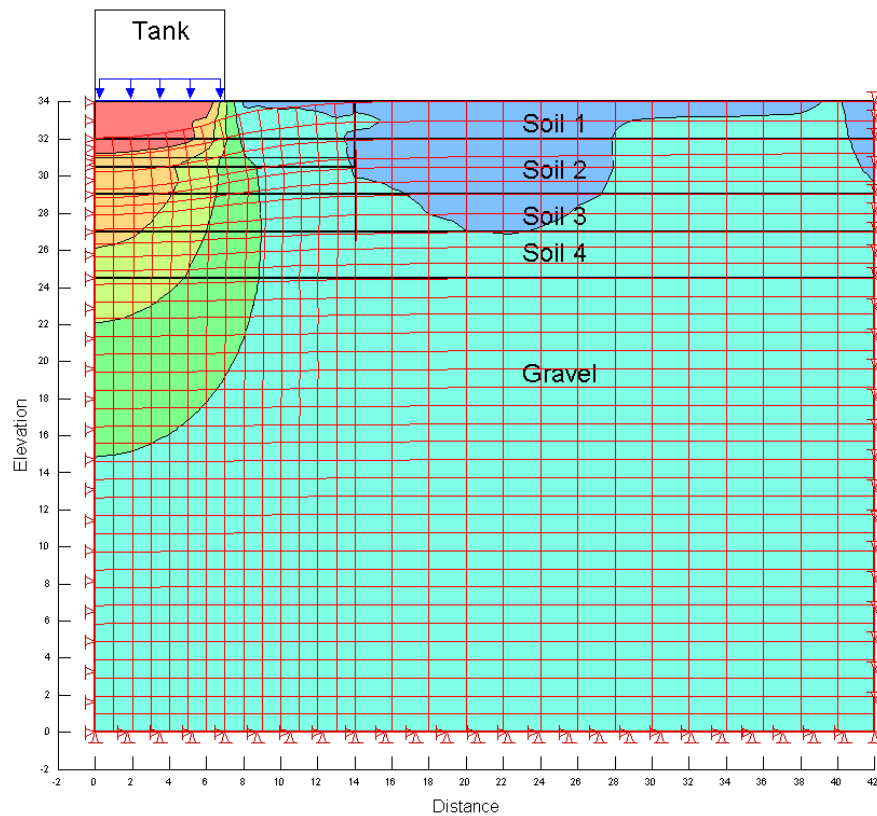
Position	Center	Edge
Settlement (mm)	24.64	13.40



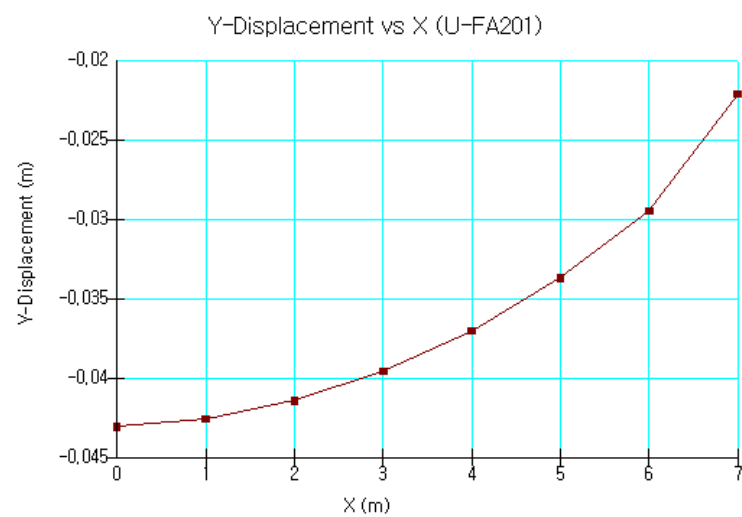
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (3) U-FA201

#### 1) Modeling using Sigma W (1.5m Replacement)



#### 2) Calculated Settlement

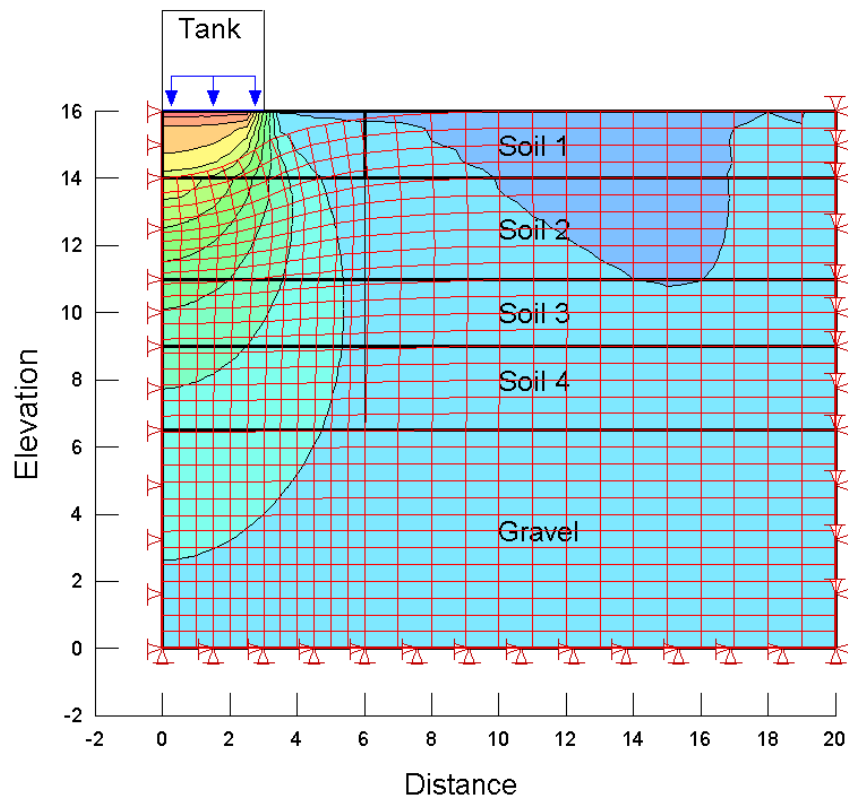


Position	Center	Edge
Settlement (mm)	43.04	22.04

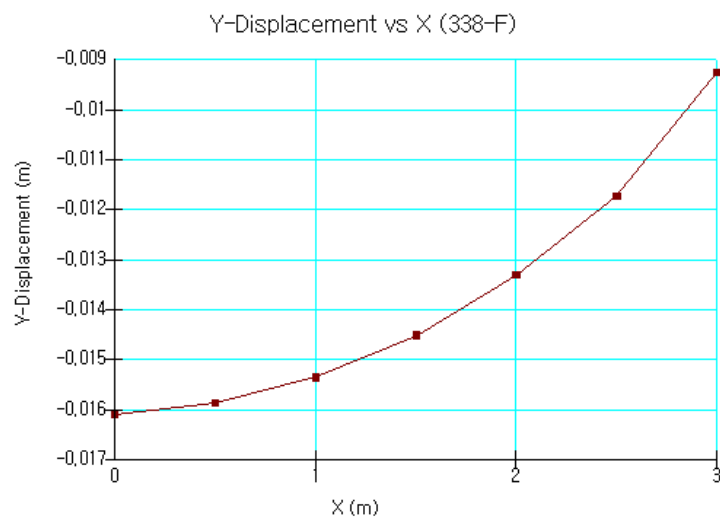
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (4) 338-F

#### 1) MODELACION USANDO SIGMA W



#### 2) ASENTAMIENTO CALCULADO

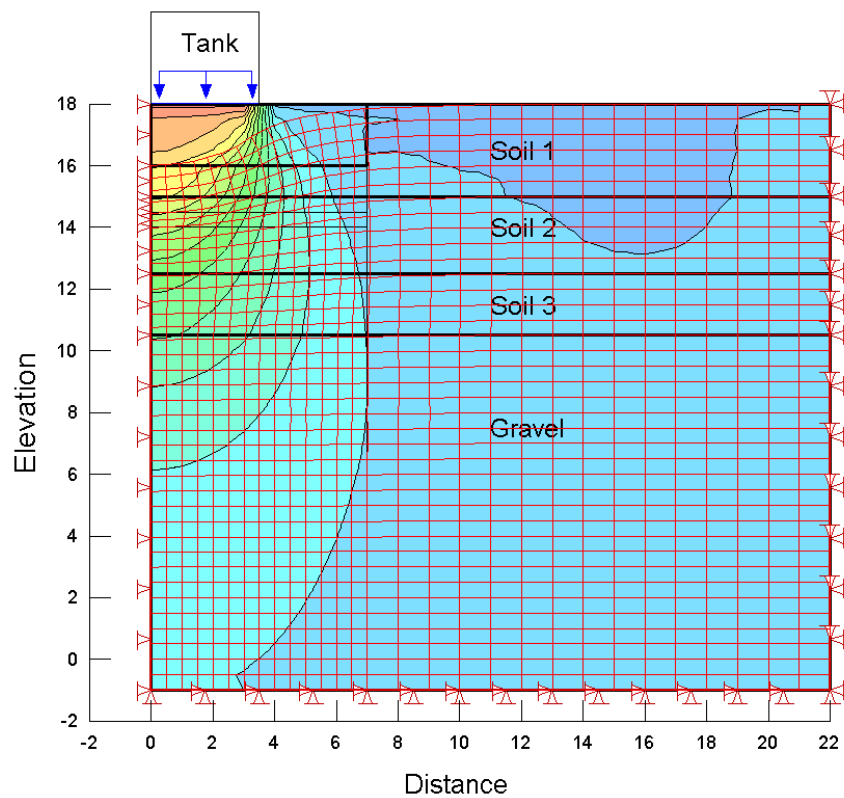


POSICION	CENTRO	BORDE
ASENTAMIENTO (mm)	16.09	9.25

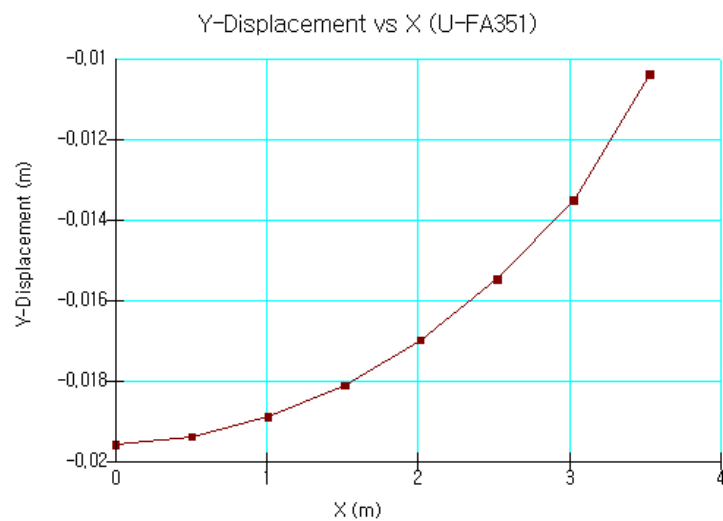
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (5) U-FA351

#### 1) MODELACION USANDO SIGMA W



#### 2) ASENTAMIENTO CALCULADO

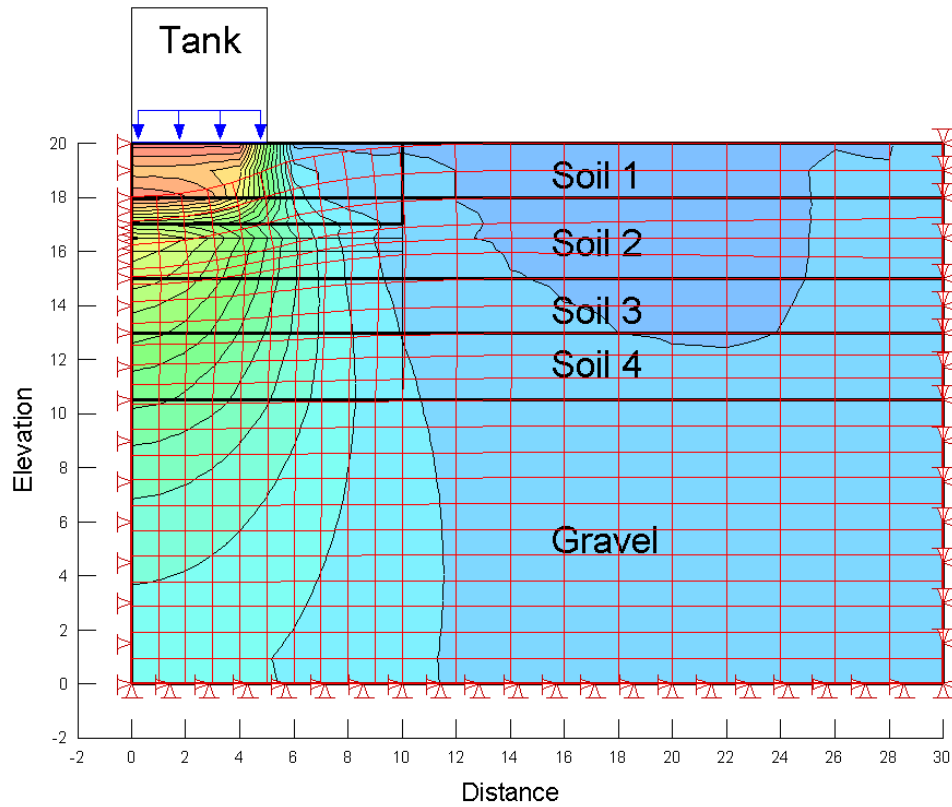


POSICION	CENTRO	BORDE
ASENTAMIENTO (mm)	19.58	10.38

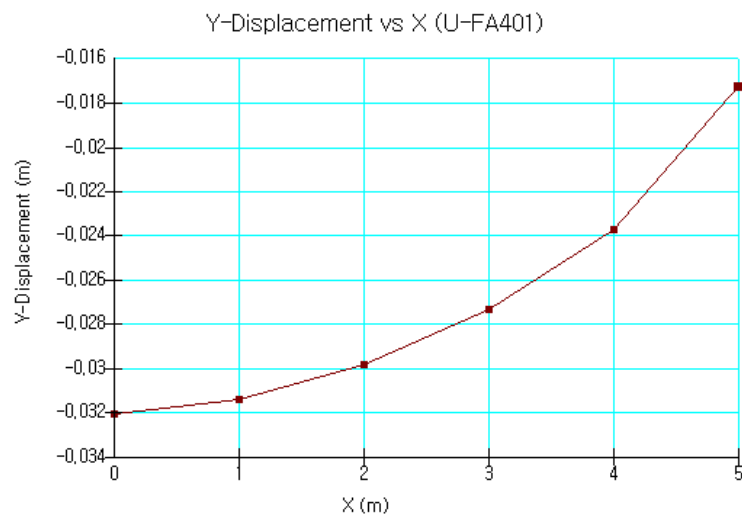
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (6) U-FA401

#### 1) Modeling using Sigma W (1.0m Replacement)



#### 2) Calculated Settlement

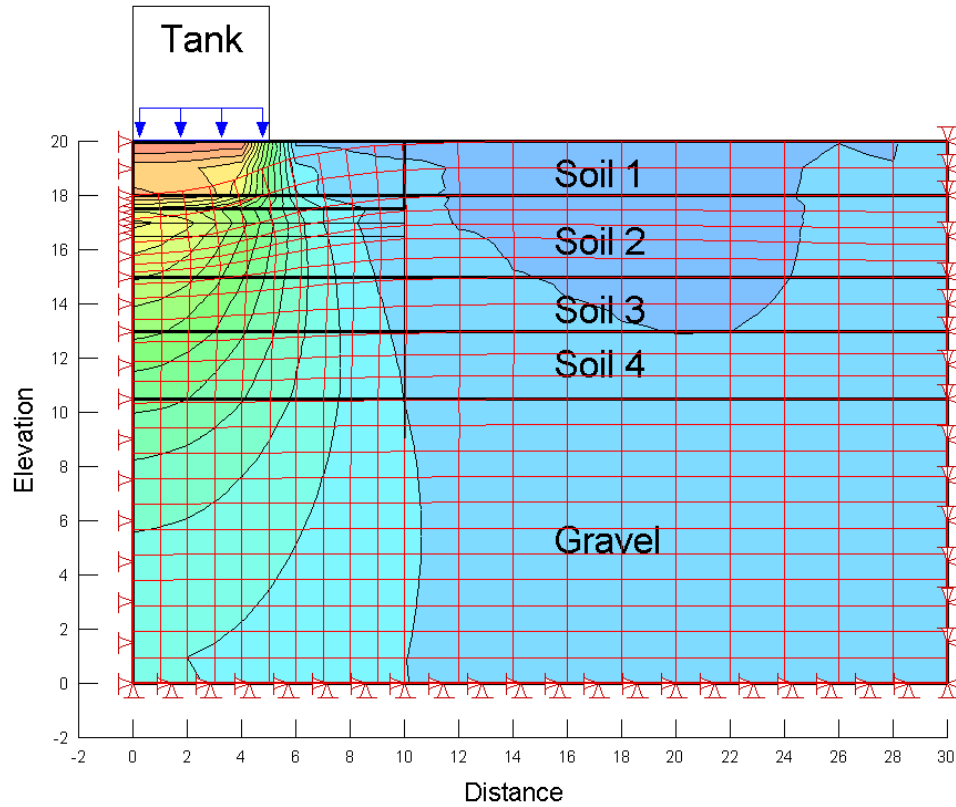


Position	Center	Edge
Settlement (mm)	32.03	17.23

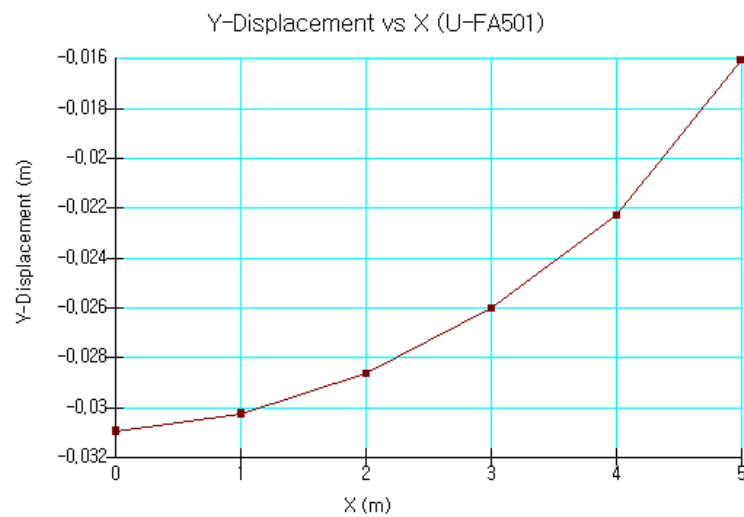
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (7) U-FA501

#### 1) Modeling using Sigma W (0.5m Replacement)



#### 2) Calculated Settlement

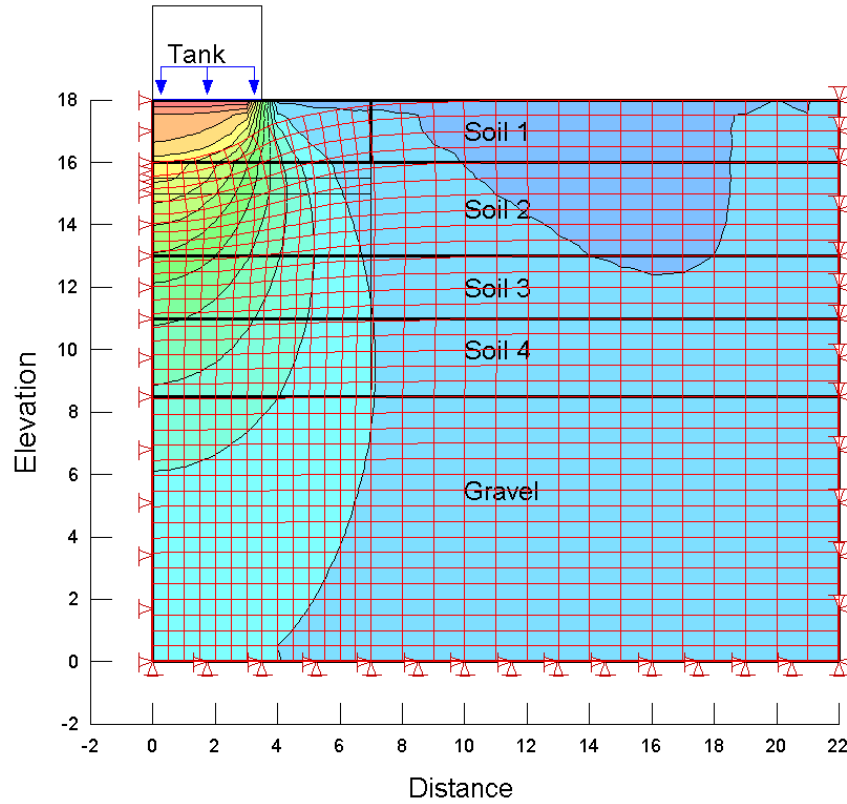


Position	Center	Edge
Settlement (mm)	30.94	16.03

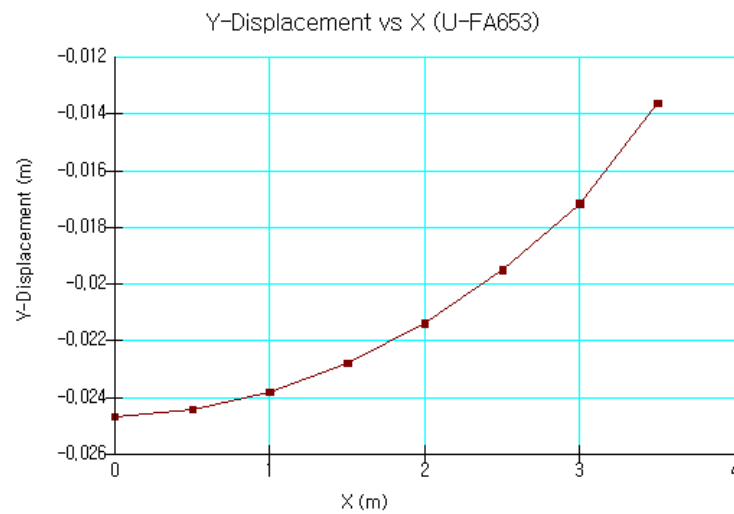
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (8) U-FA653

#### 1) Modeling using Sigma W



#### 2) Calculated Settlement

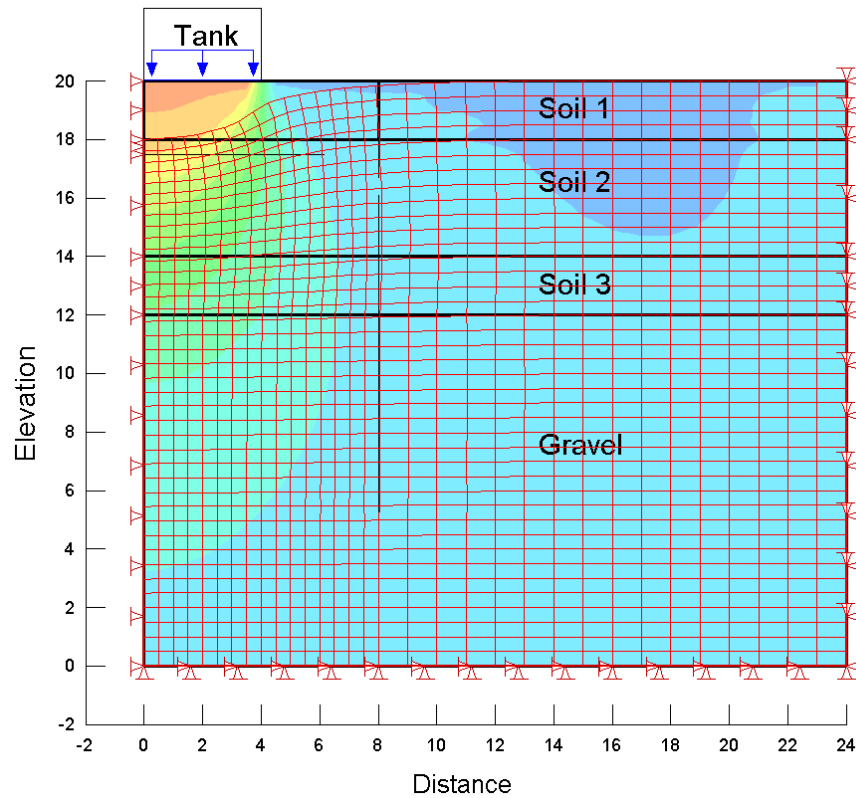


Position	Center	Edge
Settlement (mm)	24.69	13.61

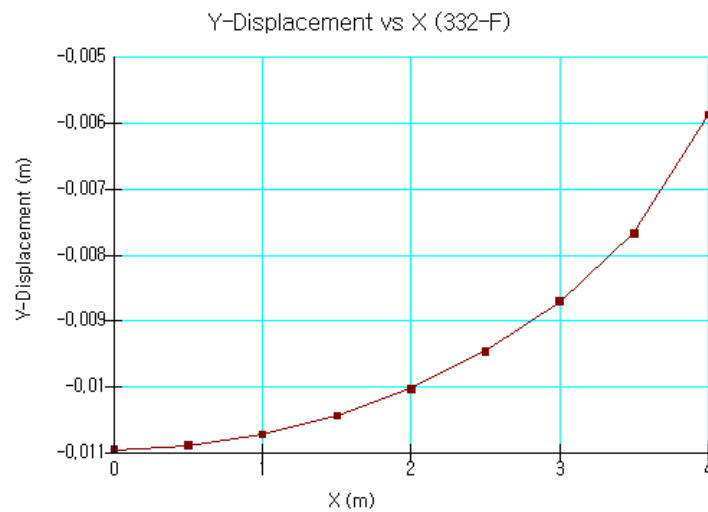
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (9) 332-F

#### 1) Modeling using Sigma W



#### 2) Calculated Settlement

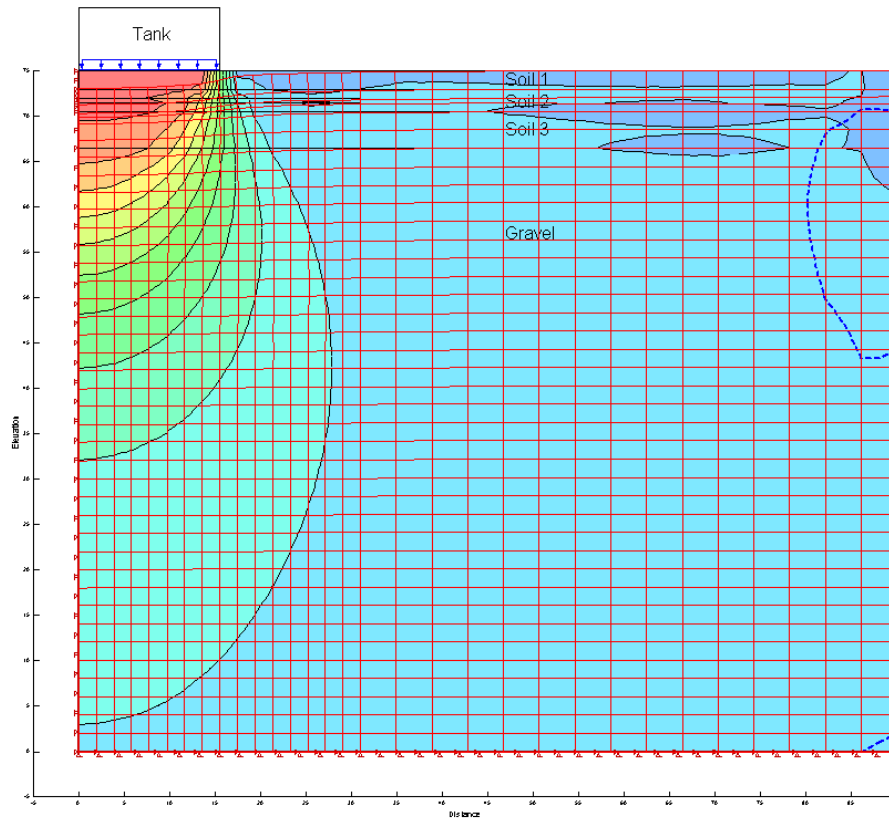


Position	Center	Edge
Settlement (mm)	10.96	5.87

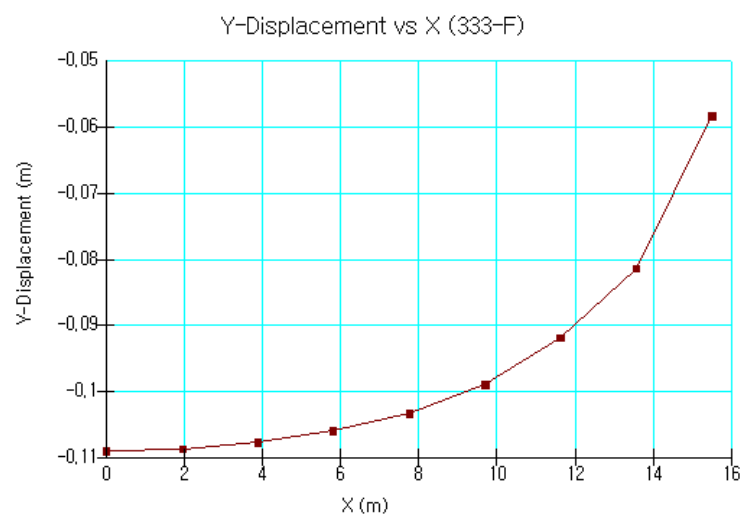
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (10) 333-F

#### 1) Modeling using Sigma W (1m Replacement)



#### 2) Calculated Settlement



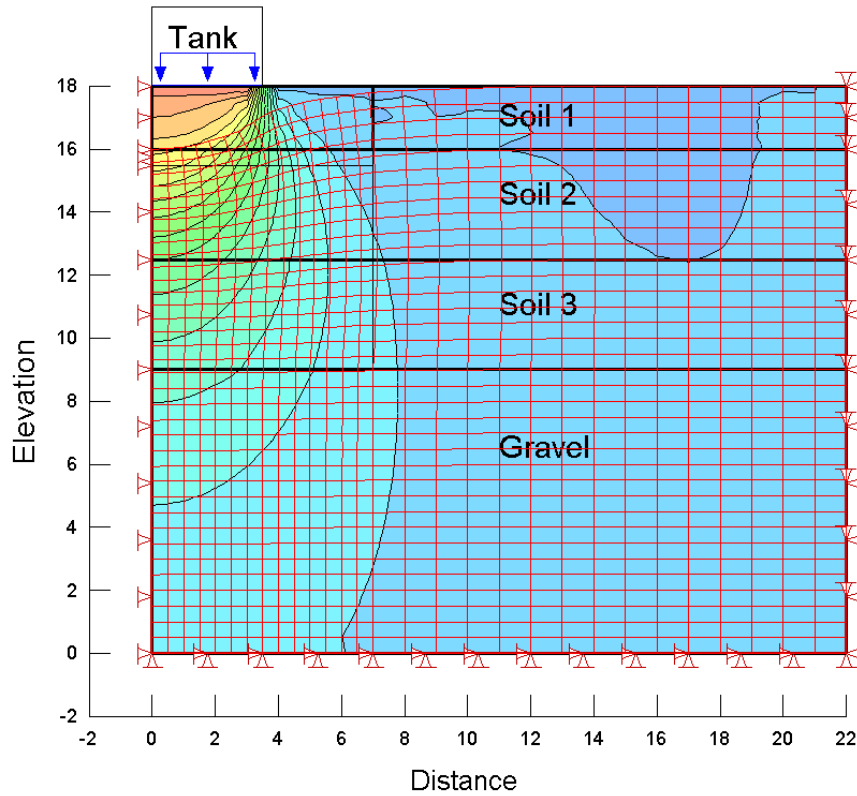
Position	Center	Edge
Settlement (mm)	109.05	58.30



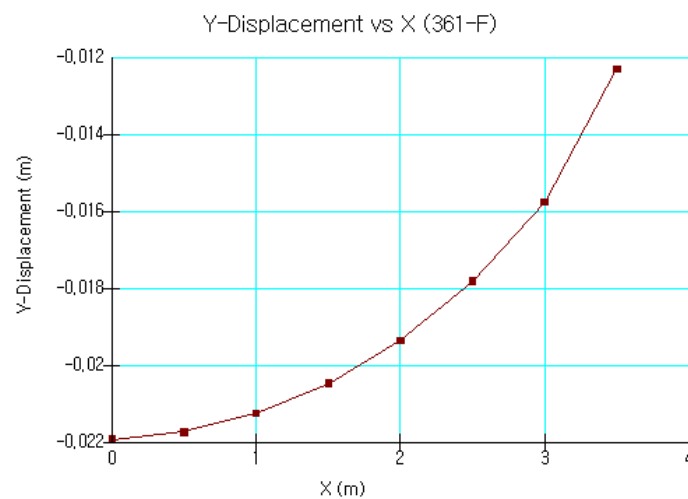
## ANEXO 7 CALCULO DE ASENTAMIENTO PARA ESTRUCTURAS

### (11) 361-F

#### 1) Modeling using Sigma W



#### 2) Calculated Settlement



Position	Center	Edge
Settlement (mm)	21.92	12.28