

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 1 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

ESTUDIO GEOTÉCNICO

REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO

0.0	28/May/14	Aprobado	  E. Pérez / E. López J. Colmenares / R. González	D. Capitano	N.A.	N.A.	
0	21/Ene/14	Revisión Final Para Aprobación	E. Pérez / E. López	J. Colmenares / R. González	D. Capitano	N.A.	N.A.
B	16/Ene/14	Versión Inicial	E. Pérez / E. López	J. Colmenares / R. González	D. Capitano	N.A.	N.A.
A	04/Dic/13	En Desarrollo	E. Pérez / E. López	J. Colmenares / R. González	D. Capitano	N.A.	N.A.
Em.	Fecha (dd/mmm/aa)	Descripción	Preparado (N. Apellido)	Revisado (N. Apellido)	Aprobado (N. Apellido)	YPFB Código de Aprobación	YPFB Revisado

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 2 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 3 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVO.....	4
3.	ÁREA DE ESTUDIO	5
4.	CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS Y ESTRATIGRÁFICAS	5
5.	GEOTECNIA.....	7
5.1	EQUIPO DE ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR “SPT”.....	7
5.2	EQUIPO DE ENSAYO DE PERFORACIÓN CON DIAMANTINA.....	8
6.	METODOLOGIA DE TRABAJO	8
6.1.	FASE DE CAMPO DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	9
6.1.1	RECONOCIMIENTO PRELIMINAR DEL TERRENO.....	9
6.1.2	TOMA DE MUESTRAS.....	9
6.1.3	PERFORACIÓN.....	9
6.1.4	ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA.....	10
6.1.5	TOMA DE MUESTRAS.....	10
6.2.	FASE DE CAMPO EXCAVACIÓN A CIELO ABIERTO.....	10
6.2.1	TRABAJO DE LABORATORIO	11
6.2.2	TRABAJO DE GABINETE	12
6.3.	FASE DE CAMPO PERFORACIÓN CON DIAMANTINA	12
6.3.1	TOMA DE MUESTRAS.....	13
6.3.2	PERFILES DE CAMPO	13
6.3.3	TRABAJO DE LABORATORIO	13
A PARTIR DE LAS MUESTRAS EXTRAÍDAS SE REALIZARON LOS DIFERENTES ENSAYOS DE LABORATORIO, CUYA RELACIÓN NOMINAL ES LA SIGUIENTE:.....		
6.3.4	TRABAJO DE GABINETE	14
6.4.	CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE.....	14
6.7.1	FACTOR DE SEGURIDAD FRENTE A UNA FALLA POR CORTE	18
7.	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES.....	18
7.1.	DESCRIPCIÓN DE SONDEOS DE S.P.T.....	18
7.2.	DESCRIPCIÓN DE SONDEOS DE PERFORACIÓN CON DIAMANTINA.....	28

8.	GEOMORFOLOGIA	33
9.	NIVEL FREÁTICO Y NIVEL ESTÁTICO.....	33
10.	SUPERVISIÓN TÉCNICA.....	33
11.	CONCLUSIONES	34
12.	BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA	40
13.	ANEXOS.....	40

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 4 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

1. INTRODUCCIÓN

En cumplimiento a los términos de referencia estipulados en el pliego de especificaciones técnicas para los "ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DEL SITIO", Fue realizado el Estudio Geotécnico, en el área correspondiente para el futuro Complejo Petroquímico propiedad de YPFB Corporación.

2. OBJETIVO

El alcance del proyecto fue el de establecer las propiedades físicas y mecánicas del suelo de fundación en puntos preestablecidos del futuro complejo donde se identificaron puntos de dificultad que requieren sugerencias del tipo ingenieril para dar con la solución más óptima y duradera a los trabajos.

El estudio geotécnico se constituye como un componente básico del proyecto, determina los siguientes objetivos principales:

- Reconocimiento del entorno sedimentario del área y sus características físicas.
- Excavación a cielo abierto (calicatas) de 3 m profundidad para determinar las principales características del suelo.
- Estudio geotécnico para la determinación de los correspondientes parámetros referidos especialmente a la resistencia al corte y tensión admisible del suelo de fundación en funciones al SPT.
- En caso de que con el método del SPT no se logre llegar a los 20 m estipulados en el contrato se realizara el ensayo de Perforación a rotación mediante corona de diamantes (diamantina)
- Distribución y clasificación de materiales (Suelos), no solamente en superficie, sino también en profundidad.

Definición de las recomendaciones geotécnicas necesarias para el diseño estructural del ducto como de las fundaciones a proyectarse.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 5 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

3. ÁREA DE ESTUDIO

El área del proyecto se encuentra ubicada en cercanías de la Estación de Compresión Campo Grande y la Planta separadora de líquido Gran Chaco, a unos 13 km aproximadamente de la ciudad de Yacuiba.

El estudio se encuentra ubicado en el Municipio de Yacuiba, 1º Sección de la Provincia Gran Chaco, Departamento de Tarija, (Figura. 3.1).

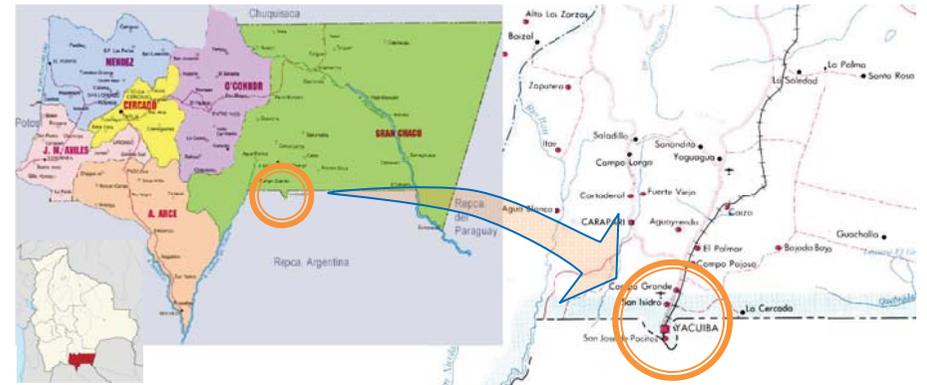


Figura 3.1: Ubicación área de estudio

4. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS Y ESTRATIGRÁFICAS

El estudio se realizó con la finalidad de conocer las características geotécnicas de la zona donde se construirá el futuro Complejo.

Este capítulo tiene como objetivo principal el de mostrar los diferentes tipos de Suelos, por el examen tacto visual, que se encuentran en el área del presente proyecto.

Este tramo se inicia en una cota topográfica alta, descendiendo por una pendiente abrupta conformada por depósitos coluviales con clastos de sedimentos normalmente consolidados tipo pedernal en matrix limo-arcillosos sueltos y arenas limosas sin cohesión.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 6 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

En sectores puntuales, se tienen afloramientos de areniscas meteorizadas, en la parte plana a semi ondulada, desde el principio al medio, se desarrolla sobre sedimentos finos limo-arenosos.

La mayor parte de este tramo se desarrolla en una topografía alta con pendientes abruptas mayores a 45° y presencia de depósitos coluviales sueltos y sin cohesión. Parte de este tramo se desarrolla por la cresta superior de la serranía sobre delgados depósitos coluviales y afloramientos rocosos de areniscas delezables.

En el área del proyecto, el estrato superficial sobre el cual se asientan el suelo y la vegetación corresponde a depósitos contemporáneos cuya deposición pertenece al paleógeno y cuaternario.

La geología local del sector estudiado responde a los lineamientos geomorfológicos, es decir que en su conformación estratigráfica existen unas secuencias sedimentarias de origen continental conformado por estratos sub horizontales de Arcillas Limosas de plasticidad variable con intercalación de Arenas Limosas sin plasticidad, y a profundidades mayores a 3.00 m. existe la presencia de estratos arenosos en procesos de consolidación.

El Tramo de estudio se desarrolla en un valle angosto contorneado por serranías de altura moderada a alta se tienen afloramientos de areniscas semi consolidadas a consolidadas y depósitos aluviales, también se tienen depósitos coluvio aluviales que se ubican al pie de las serranías.

En el aspecto estratigráfico, en su área de influencia se han distinguido cuatro unidades litoestratigráficas a considerar, todas ellas de carácter aluvial, cuyas edades se encuentran dentro los periodos Terciario y Cuaternario. A continuación se muestra en forma esquemática las correspondientes unidades:

- Cuaternario: Aluvial.
- Fluvio Lacustre.
- Terrazas.
- Residual.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 7 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

5. GEOTECNIA

Con el propósito de conocer los suelos que forman el terreno natural, se realizaron:

- 15 (Quince) excavaciones a cielo abierto en ubicaciones puntuales del proyecto, estos se realizaron manualmente con pico, pala, barreta y cavador, teniendo una profundidad máxima de 3.00 metros.
- 9 (Nueve) Ensayos de Penetración Estándar, en puntos estratégicos ubicados por el ingeniero supervisor, distribuidos en toda el área del proyecto, a profundidades variables por la configuración del terreno.
- 5 (Cinco) perforaciones con diamantina, en puntos estratégicos ubicados por el ingeniero supervisor, distribuidos en toda el área del proyecto, a una profundidad aproximada de 20 m.

Para la ubicación de los diferentes ensayos ver el anexo: 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 1 Plano de Ub. Calicatas, SPT y P. con Diamantina

5.1 Equipo de Ensayo de Penetración Estándar "SPT"

Para la determinación de los parámetros de resistencia de los suelos, se empleó un equipo portátil de penetración estándar (S.P.T.), el cual cumple con todas las especificaciones técnicas requeridas:

- Diámetro externo de la barra para el ensayo 1¼ pulg.
- Diámetro interno de barra para ensayo ½ pulg.
- Equipo de hinca:
 - Peso del martinete 63.5 kg (140 lbs.).
 - Cabeza de hinca y tubo guía.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 8 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Altura de caída libre de 75 cm (30 pulg.).

Características del Saca Muestras - Cuchara de Terzaghi:

- Saca muestras bipartido punta de acero con cabeza de acoplamiento con dos orificios y válvula de retención de bola.
- Diámetro externo 2 pulg.
- Diámetro interno 1 3/8 pulg.
- Longitud de cuchara 27 pulg.

5.2 Equipo de Ensayo de Perforación con Diamantina

El equipo utilizado durante la presente investigación consta básicamente de una máquina de perforación a rotación, mediante corte por conos revestidos de diamantina.

Este equipo de perforación está diseñado y fabricado para trabajar a rotación (Sistema Rotary) con la capacidad de perforar con "Wire Line", mediante brocas revestidas con diamantina y en algunos casos con "Widia y Tungsteno".

Al ejecutar el movimiento rotativo, simultáneamente opera una acción de avance vertical controlado a presión y contrapresión hidráulica regulable.

La maquinaria que actúa a rotación posee una capacidad de extraer muestras detríticas o de material suelto, como: Fragmentos de rocas, bloques de roca de acuerdo al diámetro de la perforación que en este trabajo (se fijó en 60.00 mm, diámetro correspondiente a BQ).

6. METODOLOGIA DE TRABAJO

La metodología convencionalmente utilizada para este estudio se divide en las siguientes tres etapas determinadas como:

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 9 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Fase de Campo (de SPT, de excavaciones a cielo abierto y de Perforación con Diamantina).
- Fase de Laboratorio.
- Fase de Gabinete.

6.1. **Fase de Campo del Ensayo de Penetración Estándar (SPT)**

6.1.1 **Reconocimiento Preliminar del Terreno**

Se realizó el reconocimiento de las ubicaciones de los estudios de acuerdo al plano previa aprobación del personal técnico de la empresa YPFB Corporación.

6.1.2 **Toma de muestras**

De los materiales extraídos, una vez caracterizados los suelos y registrados los correspondientes perfiles geotécnicos se han tomado muestras guardando una equidistancia vertical de 1.00 m, o de cada variación de material (cambio de estrato), para que estas sean representativas, dichas muestras fueron identificadas y protegidas adecuadamente, para luego ser remitidas al laboratorio de Mecánica de Suelos para su análisis respectivo.

6.1.3 **Perforación**

Los trabajos realizados en forma mecánica manual con ayuda de un saca-bocado (Vizcachera), de un diámetro de 2 pulgadas, los sondeos tienen una profundidad variable. En aquellos estudios donde se presentó rechazo se realizó otro sondeo de verificación próximo a este de continuar con el rechazo se realizó un trabajo combinado de excavación a cielo abierto (Calicata) y S.P.T.

Es bueno aclarar que existe rechazo, antes de llegar a la profundidad deseada, se establece que existe "rechazo" si el número de golpes necesario para profundizar en cualquiera de estos intervalos de 15 centímetros (de profundidad), es superior a N, el resultado del ensayo deja de ser la suma anteriormente indicada, para convertirse en rechazo (R), debiéndose anotar también la longitud hincada en el tramo en el que se han alcanzado los N golpes. El ensayo SPT en este punto se considera finalizado cuando se alcanza este valor.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 10 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

6.1.4 Ensayo de penetración dinámica

Los ensayos S.P.T., han sido ejecutados de acuerdo a la norma ASTM-1586 (AASHTO T-206-70) metro a metro, este ensayo permite determinar el índice de resistencia a la penetración (Ng) que ofrecen los suelos al ser ensayados por un penetrómetro, el cual es hincado a percusión mediante un martinete de 63.5 Kg. bajo la caída de 75 cm a través de un tubo guidador.

Este índice conjuntamente con el tipo de suelo obtenido en laboratorio, permite a través de ábacos y formulas empíricas, determinar la capacidad admisible de los suelos ensayados a la profundidad deseada.

6.1.5 Toma de muestras

Una vez caracterizados los suelos y registrados los correspondientes perfiles geotécnicos se han tomado muestras con un saca muestras bipartido punta de acero con cabeza de acoplamiento con dos orificios y válvula de retención de bola, diámetro interno 1 3/8" y una longitud de 27 pulg., guardando una equidistancia vertical de 1.00 m., o de cada variación de material (cambio de estrato) adoptando la tecnología más adecuada, para que estas sean representativas, dichas muestras fueron identificadas y protegidas adecuadamente, para luego ser remitidas al laboratorio de Mecánica de Suelos, para su análisis respectivo.

6.2. Fase de Campo Excavación a Cielo Abierto

Para realizar un reconocimiento de los tipos de suelos que conforman la disposición estratigráfica y geológica, dispersión de los diferentes parámetros geotécnicos y sus características físicas se han realizado en total de 15 calicatas sobre lugares puntuales elegidas a criterio de profundidad variable a lo largo de la línea.

Esta etapa preliminar de la investigación comprende los siguientes trabajos:

- Reconocimiento preliminar del área y ubicación de los puntos en lugares estratégicos.
- Excavación mecánica con herramientas convencionales (palas, picotas, cavadores) y excavación de calicatas a cielo abierto.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 11 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Lectura e interpretación de los materiales extraídos, mediante la confección de perfiles estratigráficos y geotécnicos.
- Descripción de las muestras obtenidas durante las perforaciones geotécnicas.
- Toma de muestras de los materiales recuperados en los sondeos.
- Toma de densidad In-situ Método del Cono de Arena en todas las excavaciones.

6.2.1 Trabajo de Laboratorio

A partir de las muestras extraídas se realizaron los diferentes ensayos de laboratorio, cuya relación nominal es la siguiente:

- Contenido de Humedad Natural según ASTM D-2216-71.
- Análisis granulométrico según ASTM D-422.
- Límites de consistencia:
- Limite líquido según ASTM D-4318.
- Limite plástico según ASTM D-4318.
- Índice de plasticidad.
- Ensayos de Corte Directo.
- Ensayo de Consolidación.
- Ensayo de Permeabilidad.
- Ensayo de Compresión Inconfinada.
- Ensayo Químicos para determinar Agresividad en Suelos y Agua.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 12 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Angulo de fricción interna, cohesión más peso unitario, en función del tipo de suelo y al Número de Golpes del ensayo de Penetración Normal del SPT.
- Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S.) ASTM D-2487-66T.
- Gravedad Específica de los Sólidos de un Suelo.
- Proctor Modificado T-180-D.
- C.B.R. Índice Soporte California.
- Ensayo de Densidad In-situ Método del Cono de Arena.

6.2.2 Trabajo de Gabinete

Una vez concluido el trabajo de campo y laboratorio se realizó una tercera etapa de gabinete mediante el análisis de toda la información obtenida que se resume en el presente trabajo a través de este informe final, con la formulación de las conclusiones técnicas más viables, las principales actividades fueron las siguientes:

- Preparación de los perfiles individuales de los sondeos, en los cuales se puede apreciar las propiedades tanto físicas como mecánicas.
- Conclusiones y recomendaciones para tipos de fundaciones.
- Tensiones admisibles a distintas profundidades y coeficiente de seguridad adoptado.
- Angulo de fricción, valor de Cohesión pesos específicos del suelo.

6.3. Fase de Campo Perforación con Diamantina

Para un correcto conocimiento, tanto en la configuración geológica, como en la distribución de los suelos y dispersión de los diferentes parámetros geotécnicos, se ha realizado cinco (5) sondeos de exploración geotécnica, las mismas han sido señalizadas por la empresa contratante, cuya ubicación se determina en el Anexo 1 (3753-LZ-RS-0000003_Anexo 1 Plano de Ubicación de Estudios Geotécnicos Calicatas, SPT y Perforaciones con Diamantina).

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 13 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

6.3.1 Toma de muestras

De los materiales extraídos, una vez caracterizados los suelos y registrados los correspondientes perfiles, se han tomado muestras guardando una equidistancia vertical de un metro o en cada variación de material (cambio de estrato) adoptando las Normas más adecuadas, para que éstas sean representativas.

Dichas muestras fueron identificadas y protegidas adecuadamente, para luego ser remitidas al laboratorio de mecánica de suelos, propiedad de INSEPE., para su análisis respectivo.

6.3.2 Perfiles de Campo

Simultáneamente al proceso de las perforaciones y extracción de las muestras se registraron los correspondientes perfiles geotécnicos, que constituye la base para la confección de los perfiles definitivos:

En los perfiles, puede observarse en detalle las profundidades de los sondeos, las distribuciones espaciales de los estratos que constituyen el perfil geológico, la descripción detallada del tipo de material extraído, un resumen de las principales características tanto granulométricas como los límites de Atterberg, la clasificación del suelo luego de los ensayos de laboratorio según Norma indicada en el numeral respectivo.

Por otra parte, estos perfiles geotécnicos muestran el tipo de material, el ángulo de fricción interna de los suelos, los valores de resistencia a la penetración (N), la fatiga o capacidad admisible del suelo, conjuntamente a la presencia del nivel freático.

6.3.3 Trabajo de Laboratorio

A partir de las muestras extraídas se realizaron los diferentes ensayos de laboratorio, cuya relación nominal es la siguiente:

- Contenido de Humedad Natural según ASTM D-2216-71.
- Análisis granulométrico según ASTM D-422.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 14 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 15 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Límites de consistencia:
- Limite líquido según ASTM D-4318.
- Limite plástico según ASTM D-4318.
- Índice de plasticidad.
- Clasificación Unificada de Suelos (S.U.C.S.) ASTM D-2487-66T.

6.3.4 Trabajo de Gabinete

En gabinete después de realizado el trabajo de campo, laboratorio y el análisis de toda la información obtenida se resume el presente trabajo a través de este informe final, con la formulación de las conclusiones técnicas más viables. Las principales actividades fueron las siguientes:

- Preparación de los perfiles definitivos de los sondeos, en los cuales se pueden apreciar las propiedades tanto físicas como mecánicas, es decir el color, la forma y el espesor de cada uno de los estratos.
- Elaboración de los perfiles geotécnicos, sobre la base de la clasificación de los suelos.

Formulación de las respectivas conclusiones y recomendaciones para un adecuado uso del suelo como suelo de fundación para los diferentes equipamientos en la planchada.

6.4. Calculo de Capacidad Portante

En cuanto a la capacidad de carga se podría definir como: "La capacidad de carga de un suelo es la carga media por unidad de área, que no solo depende de las propiedades mecánicas del suelo, sino también de las dimensiones del área cargada, de su forma y de su ubicación respecto a la superficie" (Kart Terzaghi (1945): Mecánica Teórica de los Suelos: pp 133).

"En un mismo suelo, para zapatas con dimensiones y profundidades de implante diferentes, la capacidad de carga también no será la misma" (J. Carlos Cintra, Nelson Aoki (2003) Tensao Admisible em Fundacoes Diretas: pp4.

Las anteriores definiciones han sido adoptadas por todas las asociaciones científicas de la materia y en especial por la ISSMGE (Internacional Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).

- Según Terzaghi, el valor de capacidad de carga admisible en cualquier tipo de suelo de fundación, a una profundidad h, para fundaciones del tipo Cuadradas de Ancho B.

$$Q_{ultima} = 1,2 \cdot C' \cdot N_c + \gamma \cdot h \cdot N_q + 0,6 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_w$$

$$Q_{adm} = \frac{Q_{ultima}}{FS} \dots\dots\dots(1)$$

Qadm = Capacidad portante Admisible del suelo (Kg/cm²).

FS = Factor de seguridad por lo general se asume FS=3,00.

C = Cohesión (kg/ cm²); $C' = 2 \cdot (C) / 3$ → en algunos casos se utilizando el caso de corte local (por seguridad).

γ = Peso Especifico del material (kg/ cm³).

B = Dimensión menor de la cimentación (cm).

h = Nivel de desplante de la fundación o nivel de fundación (cm).

Nc; Nq; Nw = Factores de Capacidad de Carga de Terzaghi (a dimensionales) utilizando en algunos casos el corte general (Libro Braja M. Das, 5º Edición, Pag. 129) y corte local (Libro Braja M. Das, 5º Edición, Pag. 130).

- Para Suelos No Cohesivos.- Para el caso de los suelos granulares se aplicó el siguiente criterio propuesta por Bowles (1982) la cual es una modificación a la propuesta por Terzaghi en función del Número de Golpes con la menor dimensión de la fundación (B) y basada en Consideraciones de Asentamientos:

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 16 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 17 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

$$Q_{adm} = N_{corr} \times S \times C_w \times K_d ; \quad \text{Cuando } B \leq 1.20 \text{ m} \dots\dots(2)$$

$$Q_{adm} = N_{corr} \times \frac{S \times C_w \times K_d}{8} \times \left[\frac{B+0.3}{B} \right]^2 ; \quad \text{Cuando } B > 1.20 \text{ m} \dots\dots(3)$$

Si $D_f \leq B$ la Q_{adm} ha de reducirse un 50%
Si $D_f > B$ la Q_{adm} ha de reducirse un 70%

Dónde:

Q_{adm} = Capacidad portante Admisible del suelo (Kg/cm²).

N_{corr} = Numero de golpes corregido.

B = Dimensión menor de la cimentación (m).

S = Asentamiento con el que se calcula la tensión, asume igual a 21.6 mm (0.85" en Pulgadas) por seguridad, para obtener un valor conservador.

K_d = Factor de Corrección por efecto de la profundidad = $1 + 0.33 \times D_f / B \leq 1.33$

D_f = Nivel de desplante (m).

C_w = Corrección según profundidad D_w del nivel freático, si no existe se asume igual a 1.

$$C_w = \frac{1}{2} \times 0.85 \times \left[\frac{1 + D_w}{D + B} \right]$$

Dónde:

D_w = Profundidad del nivel freático.

D = Profundidad de desplante bajo la superficie.

B = Dimensión menor de la fundación.

Para el cálculo de la Capacidad Portante del Suelo se utiliza la Ecuación "1" para suelos Cohesivos, asumiendo como lado menor de la base de 1.20 m para el cálculo (nuevamente por seguridad), se adopta estas ecuaciones porque sus valores son medianamente moderados y se podrían decir hasta conservadores, pero es una fórmula utilizada universalmente. En suelos granulares para el cálculo de la capacidad portante en los perfiles se adopta la ecuación "2".

Debido a que los valores de N_{60} o N_{corr} (prueba de campo, ya afectado por el equipo y la forma de la cuchara), suelen ser muy altos cuando el subsuelo está formado por arena fina bajo el nivel de las aguas freáticas, es necesario hacer, varias correcciones como ser:

- *Corrección por profundidad*, es la corrección hecha al número de golpes " N_{60} " por la longitud de las cañerías de perforación, donde, la corrección sólo es aplicada para longitudes de perforación mayores o iguales a 20 m (Long de Perforación ≥ 20). Por la siguiente expresión:

$$N_{60 - prof} = (N_{g \text{ real}} - \text{SPT}) - (1.06 - (0.003 * L))$$

- *Corrección por Presión*, es la corrección hecha al Numero de Golpes " N_{60} ", debido a las presiones efectivas del Suelo y considerando el valor de N_{60} de campo a una presión de sobre carga efectiva de 10 t/m² como estándar, la corrección que se le aplica para otras presiones diferentes están dadas aproximadamente por:

$$F_c = 0.77 * \log(20 / P_{efectiva}) \quad N_{60 \text{ corr. - presion}} = N_{60} * F_c$$

Recuerde que cuando el suelo, se encuentra arriba del nivel freático, no existe presión de poros por lo tanto la presión efectiva es igual a la presión total.

- *Corrección por Numero de Golpes*, es la corrección hecha al Numero de Golpes " $N_{60 \text{ corr. - presion}}$ ", cuando los valores suelen ser muy altos o mayores a 15, cuando el subsuelo está formado por arena fina bajo el nivel de las aguas freáticas, es necesario hacer, la corrección siguiente debido a las presiones del Suelo.

$$N_{g \text{ corr. - golpes}} = 15 + \left[(N_{60 \text{ corr. - presion}} - 15) / 2 \right]$$

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 18 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

Donde el "N_gcalculo", es el valor final de cálculo, el cual está influenciado a un factor de eficiencia y seguridad, dependiendo de las condiciones de trabajo, el cual varía entre 85 a 95% del valor final.

6.7.1 Factor de Seguridad Frente a una Falla por Corte

El factor de Seguridad mínima que deberán tener las cimentaciones son las siguientes:

- Para Cargas de servicio se utiliza un Factor de 3.00.

7. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Para un mejor entendimiento se dividió en muestras extraídas por el SPT, por las excavaciones a cielo abierto (calicatas), y por la Perforación con Diamantina.

7.1. Descripción de Sondeos de S.P.T.

En el Anexo 2 (3753-LZ-RS-0000003_Anexo 2_Perfil de Calicata) se determinan las características de los estratos, conjuntamente a los parámetros geotécnicos. En este numeral se describe literalmente la secuencia de la perforación:

➤ SPT N° 01

Este sondeo alcanzó una profundidad de 6.10 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m hasta 1.30 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón claro con patinas de color blanquecinas con mezclas de gravillas y clastos en porcentajes mínimo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(10) ó CL, con índice plástico de 14.3%.
- Desde 1.30 m hasta 2.80 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 19 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 12.2%.

- Desde 2.80 m hasta 3.40 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado parcialmente seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-7-6 ó CL, con índice plástico de 24.1%.
- Desde 3.40 m hasta 4.50 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado parcialmente seco y de coloración marrón oscuro con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-7-6 ó CL, con índice plástico de 24.1%.
- Desde 4.50 m hasta 5.70 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado parcialmente seco y de coloración marrón con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6 ó CL, con índice plástico de 17.1%.
- Desde 5.70 m hasta 6.10 m. Arcilla de mediana plasticidad en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado parcialmente seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6 ó CL, con índice plástico de 19.5%.

➤ SPT N° 04

Este sondeo alcanzó una profundidad de 4.10 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.50 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.50 m hasta 1.10 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado seco y de coloración marrón rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(8) ó CL, con índice plástico de 11.7%.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 20 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Desde 1.10 m hasta 2.10 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración marrón claro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó CL, con índice plástico de 9.5%.
- Desde 2.10 m hasta 3.30 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración marrón claro con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(7) ó CL, con índice plástico de 7.8%.
- Desde 3.30 m hasta 4.10 m. Limo Arcilloso en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado seco y de coloración marrón claro con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(6) ó CL, con índice plástico de 6.1%.

➤ **SPT N° 05**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 3.00 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m hasta 1.30 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado seco y de coloración marrón rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(7) ó CL, con índice plástico de 10.9%.
- Desde 1.30 m hasta 2.60 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración marrón con patinas de color blanquecinas con presencia de clastos en porcentajes mínimo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 12.4%.
- Desde 2.60 m hasta 3.00 m. Arcilla de mediana plasticidad en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado seco y de coloración rojizo con patinas de

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 21 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(10) ó CL, con índice plástico de 12.6%.

➤ **SPT N° 06**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 4.00 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m hasta 1.10 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado seco y de coloración marrón de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(7) ó CL, con índice plástico de 7.1%.
- Desde 1.10 m hasta 1.60 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado seco y de coloración marrón oscuro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(8) ó CL, con índice plástico de 11.3%.
- Desde 1.60 m hasta 2.30 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración marrón con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(8) ó CL, con índice plástico de 10.2%.
- Desde 2.30 m hasta 3.00 m. Limo de poca a nada de plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo claro con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó ML, sin índice plástico.
- Desde 3.00 m hasta 4.00 m. Arcilla de baja plasticidad en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado parcialmente seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 12.1%.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 22 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

➤ **SPT N° 09**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 4.00 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m hasta 0.60 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(7) ó CL, con índice plástico de 7.3%.
- Desde 0.60 m hasta 1.70 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado seco y de coloración marrón rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó CL, con índice plástico de 9.0%.
- Desde 1.70 m hasta 2.30 m. Limo de poca a nada de plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración marrón de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(6) ó ML, sin índice plástico.
- Desde 2.30 m hasta 3.00 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado parcialmente seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(10) ó CL, con índice plástico de 14.8%.
- Desde 3.00 m hasta 4.00 m. Limo Arcilloso en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado seco y de coloración rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó ML-CL, con índice plástico de 6.9%.

➤ **SPT N° 14**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 8.80 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 23 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Desde 0.20 m hasta 0.80 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 11.7%.
- Desde 0.80 m hasta 1.30 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media a compacta, de estado seco y de coloración marrón oscuro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 10.8%.
- Desde 1.30 m hasta 2.30 m. Arena Limosa sin plasticidad de condición in-situ firme, de una compacidad media a densa, de estado seco y de coloración marrón rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(3) ó SM, sin índice plástico.
- Desde 2.30 m hasta 3.50 m. Limo Arcilloso de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón claro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(4) ó ML-CL, con índice plástico de 5.2%.
- Desde 3.50 m hasta 5.30 m Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo claro con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó ML-CL, con índice plástico de 7.1%.
- Desde 5.30 m hasta 6.80 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo claro con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó CL, con índice plástico de 7.1%.
- Desde 6.80 m hasta 7.30 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una compacidad muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(6) ó CL, con índice plástico de 8.6%.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 24 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Desde 7.30 m hasta 8.30 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo claro con patinas de color blanquecinas con mezclas de gravillas y clastos en porcentajes mínimo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(6) ó CL, con índice plástico de 9.7%.
- Desde 8.30 m hasta 8.80 m. Arena Limosa sin plasticidad en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de compacidad muy densa, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado seco y de coloración rojizo claro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(3) ó SM, sin índice plástico.

➤ **SPT N° 17**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 3.90 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.40 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.40 m hasta 1.40 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia compacta, de estado parcialmente seco y de coloración marrón rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-7-6(12) ó CL, con índice plástico de 19.0%.
- Desde 1.40 m hasta 2.20 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración marrón con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(7) ó CL, con índice plástico de 8.7%.
- Desde 2.20 m hasta 3.00 m. Limo con mezclas de arena muy finas de condición in-situ firme, de una consistencia dura, de estado seco y de coloración marrón claro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó CL, sin índice plástico.
- Desde 3.00 m hasta 3.90 m. Arcilla de mediana plasticidad en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado seco y de coloración marrón rojizo con

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 25 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(10) ó CL, con índice plástico de 14.4%.

➤ **SPT N° 18**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 3.60 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m hasta 1.00 m. Arcilla de mediana plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(5) ó CL, con índice plástico de 7.5%.
- Desde 1.00 m hasta 2.10 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(6) ó CL, con índice plástico de 7.5%.
- Desde 2.10 m hasta 3.60 m. Limo con mezclas de arena muy finas en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(5) ó ML, sin índice plástico.

➤ **SPT N° 19**

Este sondeo alcanzó una profundidad de 5.50 m, y su configuración es la siguiente:

- Desde 0.00 m hasta 0.20 m. Capa Vegetal.
- Desde 0.20 m hasta 1.00 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia media, de estado seco y de coloración marrón de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-4(8) ó CL, con índice plástico de 9.5%.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 26 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Desde 1.00 m hasta 2.20 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia dura, de estado seco y de coloración marrón oscuro de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 12.0%.
- Desde 2.20 m hasta 3.20 m. Arcilla de baja plasticidad de condición in-situ firme, de una consistencia muy compacta, de estado seco y de coloración rojizo de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(9) ó CL, con índice plástico de 11.3%.
- Desde 3.20 m hasta 5.50 m. arcilla de mediana plasticidad en forma de Arenisca, condición in-situ Consolidado, de consistencia muy dura, por lo tanto por los números de golpe se anota como Rechazo "R", de estado parcialmente seco y de coloración marrón rojizo con patinas de color blanquecinas de interpretación geológica-abanico aluvial. Clasificación: A-6(12) ó CL, con índice plástico de 18.3%.

➤ **NOTA:**

En campo fueron perforados 9 de los 20 SPT.

De acuerdo a las especificaciones técnicas el Método usado SPT (Standard Penetration Test), no se logró alcanzar la profundidad de 20 m, debido a la dureza del suelo en el área de estudio y en todos los pozos dio Rechazo y las profundidades alcanzadas fueron:

- SPT - 01 = 6.10 m,
- SPT - 04 = 4.10 m,
- SPT - 05 = 3.00 m,
- SPT - 06 = 4.00 m,
- SPT - 09 = 4.00 m,
- SPT - 14 = 8.80 m,
- SPT - 17 = 3.90 m
- SPT - 18 = 3.60 m,
- SPT - 19 = 5.50 m.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 27 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

El Método SPT de acuerdo a Norma ASTM 1586 Standard Test Method for Test and Split-Barrel Samplings of Soils, en el párrafo 7.2.1 al 7.2.4, se da por concluido el ensayo cuando se cumplan cualquiera de los siguientes criterios:

- Un total de 50 golpes ha sido aplicado durante cualquiera de los tres incrementos de 6 pulg (0.15 m).
- Un total de 100 golpes se han aplicado.
- No se observa ningún avance del muestreador durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo.
- El muestreador se avanza las 18 pulgadas (0.45 m) completas sin que ocurra el número de golpes límite que se describe en los párrafos anteriores.

Este método de acuerdo a las buenas prácticas de la ingeniería, sirve para determinar la compacidad y la capacidad de Soporte del suelo. Este ensayo se realiza en depósitos de suelo arenoso y de arcilla blanda; no es recomendable llevarlo a cabo en depósitos de grava, roca o arcilla consolidada, debido a los daños que podría sufrir el equipo de perforación al introducirlo dentro de dichos estratos. Por tal motivo, por lo general el estudio se realiza máximo hasta los 50 golpes, ya que, después de este límite, introducir el equipo de perforación dentro del estrato puede causar daños al mismo, se doblan las barras o la cuchara queda anclada en el pozo.

En los pozos perforados, a partir de los 35 golpes, nos daba el RECHAZO, por más golpes que se le adicionaba no presentaba ninguna penetración, y con el objeto de verificar, en ciertos pozos se llegó a 70 y 80 golpes, en los cuales se evidencio que el ensayo no mostraba ninguna penetración.

Por tal motivo, el ensayo por sí solo no era el adecuado para alcanzar profundidades de contrato, por lo cual, se combinó con el procedimiento de Perforación con Diamantina ASTM D 2113 Practice for Diamond Core Drillonf gor Site Investigation.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 28 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

7.2. Descripción de Sondeos de Perforación con Diamantina

➤ POZO PD-30 - 1 (755/2013)

El pozo exploratorio denominado como Pozo PD-30 -1 (755/2013), que alcanzó una profundidad de 20.80 m. y presenta la siguiente disposición estratigráfica:

- Desde el nivel 0.00 m hasta 1.20 m el suelo está constituido por limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL de consistencia dura.
- Desde 1.20 m hasta 3.20 m el suelo está conformado por arena limo-arcillosa del tipo SM-SC de compacidad compacta.
- Desde 3.20 m hasta 5.20 m el suelo está constituido por limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL con presencia de cangrejas de consistencia dura.
- Desde 5.20 m hasta 9.00 m el suelo está constituido por limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL de consistencia dura.
- Desde 9.00 m hasta 10.50 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM de compacidad muy compacta.
- Desde 10.50 m hasta 12.00 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL de consistencia dura.
- Desde 12.00 m hasta 13.30 m el suelo está conformado por arena limosa del SM con presencia de clastos de areniscas, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 13.30 m hasta 14.00 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 14.00 m hasta 17.90 m el suelo está constituido por limo inorgánico del tipo ML y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 29 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- Desde 17.90 m hasta 18.60 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 18.60 m hasta 20.80 m (fin del sondeo) el suelo está constituido por limo inorgánico del tipo ML, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- En ésta perforación no se ha evidenciado la presencia del nivel freático hasta el fin de sondeo (20.80 m).

➤ POZO PD-31 - 2 (756/2013)

El pozo exploratorio denominado como Pozo PD-31 - 2 (756/2013), que alcanzó una profundidad de 20.50 m y presenta la siguiente disposición estratigráfica:

- En la parte superior desde el nivel 0.00 m hasta 9.20 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL y limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL de consistencia dura, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 9.20 m hasta 11.20 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL con intercalación de lutita, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde este nivel de 11.20 m hasta 12.60 m el suelo está conformado por lente de limo-arenoso.
- Desde 12.60 m hasta el fin del sondeo (20.50 m) el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL, limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL y limo inorgánico del tipo ML, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- En ésta perforación no se ha evidenciado la presencia del nivel freático hasta el fin de sondeo (20.50 m).

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 30 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

➤ **POZO PD-32 - 3 (757/2013)**

El pozo exploratorio denominado como Pozo PD-32 – 3 (757/2013), que alcanzó una profundidad de 20.50 m y presenta la siguiente disposición estratigráfica:

- En la parte superior desde el nivel 0.00 m hasta 8.60 m está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL y limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL y limo inorgánico del tipo ML de consistencia dura, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 8.60 m hasta 9.80 m el suelo constituido por limo inorgánico del tipo ML con presencia de nódulos calcáreos, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 9.80 m hasta 10.30 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 10.30 m hasta 11.80 m el suelo está constituido por limo inorgánico del tipo ML, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 11.80 m hasta 15.50 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 15.50 m hasta 17.30 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL y limo inorgánico del tipo ML, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 17.30 m hasta 18.90 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL con nódulos calcáreos, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.
- Desde 18.90 m hasta el fin del sondeo (20.50 m) el suelo está constituido por limo inorgánico del tipo ML, presentando rechazo al Penetrometro de Terzaghi.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 31 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

En ésta perforación no se ha evidenciado la presencia del nivel freático hasta el fin de sondeo (20.50 m).

➤ **POZO PD-33 – 4 (758/2013)**

El pozo exploratorio denominado como Pozo PD-33 - 4 (758/2013), que alcanzó una profundidad de 20.50 m y presenta la siguiente disposición estratigráfica:

- En la parte superior desde el nivel 0.00 m hasta 0.80 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL de consistencia rígida.
- Desde el nivel 0.80 m hasta 3.50 m el suelo está conformado por arena, limo arcillosa del tipo SM-SC y arena limosa del tipo SM con presencia de raicillas vegetales de compacidad muy compacta.
- Desde 3.50 m hasta 4.30 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL de consistencia dura.
- Desde 4.30 m hasta 5.20 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM de compacidad muy compacta.
- Desde 5.20 m hasta el fin de sondeo (20.50 m) el suelo está constituido por limo y arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo ML-CL, arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL y limo inorgánico del tipo ML, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.

En ésta perforación no se ha evidenciado la presencia del nivel freático hasta el fin de sondeo (20.50 m).

➤ **POZO PD-34 - 5 (759/2013)**

El pozo exploratorio denominado como Pozo SPT – PD-34 – 5 (759/2013), que alcanzó una profundidad de 20.70 m y presenta la siguiente disposición estratigráfica:

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 32 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- En la parte superior desde la cota 0.00 m hasta 5.20 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM de compacidad muy compacta.
- Desde 5.20 m hasta 6.30 m el suelo está conformado por arena limo-arcillosa del tipo SM-SC con patinas de compacidad muy compacta.
- Desde 6.30 m hasta 6.50 m el suelo está conformado por lente de grava y clastos de areniscas.
- Desde 6.50 m hasta 8.50 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- Desde 8.50 m hasta 10.60 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- Desde 10.60 m hasta 11.30 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- Desde 11.30 m hasta 13.00 m el suelo está constituido por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL con intercalaciones de lutita y nódulos calcáreos, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- Desde 13.00 m hasta 15.50 m el suelo está constituido por limo inorgánico, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- Desde 15.50 m hasta 16.80 m el suelo está conformado por arena limosa del tipo SM, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.
- Desde 16.80 m hasta el fin del sondeo (20.70 m) el suelo está conformado por arcilla inorgánica de baja a mediana plasticidad del tipo CL, presentando rechazo al Penetrómetro de Terzaghi.

En ésta perforación no se ha evidenciado la presencia del nivel freático hasta el fin de sondeo (20.70 m).

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 33 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

8. GEOMORFOLOGIA

El sitio de emplazamiento de las Plantas se encuentran en un marco geomorfológico con una topografía ondulada pertenecientes a una unidad determinada como el sistema sub-andino estribaciones de las Serranías de Caipipendi, presentando por su forma ondulada depresiones topográficas que hacen un drenaje natural bastante velocidad de escurrimiento, estas aguas tributan a una laguna denominada Santa Martha que se encuentra muy próximo a la Ciudad de Yacuiba.

9. NIVEL FREÁTICO Y NIVEL ESTÁTICO

A la fecha de la exploración, del 6 al 15 de Noviembre del 2013, no se evidencio la presencia del Nivel Freático, se considera como nivel 0.00 m. la boca del sondeo realizado.

La existencia de un nivel freático alto constituye un factor de gran importancia en el proyecto y ejecución de las fundaciones, si bien sus efectos están asociados a la naturaleza del terreno y en particular de su permeabilidad. La acción más directa se traduce en empujes hidrostáticos sobre los muros de sótanos y sub presiones sobre las obras de fundación.

Se verifico el Nivel Estático después de 10 Horas y no se registró una subida exagerada del agua pero se desconoce su variabilidad en el tiempo. Sólo se informa el nivel detectado a la fecha de exploración, se desconocen su variación estacional y en la época, ya que este tema escapa al alcance de este informe.

10. SUPERVISIÓN TÉCNICA

Por la importancia que reviste este estudio geotécnico, se destacó al lugar un Ingeniero, un Técnico en suelos, quienes estuvieron a cargo del estudio y del personal capacitado con el equipo respectivo para este equipo de trabajo.

Además se trabajó con todo el Equipo de Protección Personal (EPP) y con las normas de seguridad, calidad aplicable al proyecto exigido por el cliente.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 34 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones obtenidas, y recomendaciones realizadas en este trabajo, se han obtenido a partir de una serie de ensayos de excavaciones a cielo abierto (calicatas) de 3 metros de profundidad realizadas en la línea y se realizaron ensayos de penetración estándar (S.P.T.) a 8.50 metros de profundidad o hasta el rechazo en cada de las cuales se han obtenido muestras representativas.

Los suelos son suelos aluviales en condición PARCIALMENTE SECO. Estos suelos son susceptibles a la humedad, cuando están sumergidos mucho tiempo afecta a sus características mecánicas y físicas, cambiando su comportamiento ante cargas pesadas.

Las conclusiones presentes, se han obtenido en base a los trabajos de campo de exploraciones geotécnicas (S.P.T.) cuyo alcance es de nueve (9) ensayos de SPT, y cinco (5) ensayos de perforación con Diamantina.

En el lugares del proyecto se presentan suelos Coluviales (suelo y estratos en procesos de consolidación), dando en la parte superficial una resistencia buena pero a mayor profundidad aumenta considerablemente por los conglomerados parcialmente sólidos con la que están formados, estos conglomerados sólidos, la mayoría del tipo arenisca, que al saturarse o humedecerse un tiempo (generalmente 4 días) se degradan, para clasificar este tipo de suelo se usa el método de lavado dando como resultado un suelo aluvial parcialmente.

El nivel de desplante de las fundaciones recomendado será 1.20 m, o que el nivel que considere conveniente el calculista. Todas las fundaciones superficiales se podrán diseñar con un ancho de cimiento mínimo de B = 1.20 metros, ya que con este valor se calculó las capacidades portantes.

Los suelos existentes en gran parte de la zona de estudio presentan valores altos de tensión admisible (Ver Perfiles geotécnicos), los cortes y rellenos a realizar dependerá de la rasante que exija el proyecto, los suelos pueden ser utilizado para cualquier tipo de fundación con fundaciones directas (zapatas) y para el cálculo de las mismas se puede adoptar 1.60 kg/cm² y el ángulo de fricción interna a adoptar para zonas conformadas por suelos finos (Limos y arcillas) de

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-000003	
		Página 35 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

compacidad muy rígida a dura será igual a 15°, y las zonas conformadas por suelos granulares el ángulo de fricción interna será de 25°

Antes de asentar las bases de las fundaciones debe colocarse un hormigón pobre de un espesor no menor a 0.05 m

En los lugares de las excavaciones realizada para las fundaciones, después de asentar las mismas, las excavaciones deben ser rellenadas con el mismo suelo arcilloso excavado, pero colocando en capas y compactado adecuadamente de forma de impermeabilizar la excavación para mitigar el ingreso excesivo de las aguas pluviales hacia las excavaciones y que pueden afectar a las estructura en el transcurso del tiempo.

Se recomienda la construcción de un buen sistema de drenaje pluvial, el cual debe tener pendientes mayores al 0.5% hacia los canales perimetrales, para evitar que el agua de lluvia se infiltre en las capas interiores del suelo.

Este estudio geotécnico, analiza el terreno determinando sus características físicas, su comportamiento mecánico y obteniendo la capacidad portante última del mismo, recomendando el coeficiente de seguridad adecuado, para cimentar estructuras en él, proveyendo información detallada para el correspondiente análisis por parte del especialista en geología y para el estudio de estabilidad de taludes.

En cualquier caso, se tendrá en cuenta que las conclusiones y consideraciones hechas únicamente serán válidas para materiales con características y propiedades similares a las descritas en el presente informe. Si se encontrasen discordancias entre el terreno existente en algún punto y los resultados descritos en este informe, deberá estudiarse detalladamente el caso y completar las prospecciones si ello fuese necesario, o sea, antes de proceder a la realización de la estructura de cimentación, la empresa ejecutora deberá comprobar visualmente, o mediante las pruebas que juzgue oportunas, que el terreno de apoyo, se corresponde con lo estimado en el presente estudio geotécnico.

El subsuelo superficial está conformado por arcillas plásticas, limos y arenas limosas de poca o nada de plasticidad, pero en general cumplen las mismas características de resistencia, pero se

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 36 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 37 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

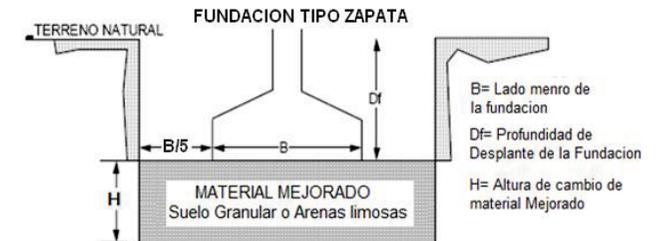
recuerda que una característica de las Arcillas es su resistencia en su estado seco, pero esta propiedad se merma cuando llega a saturarse, para evitar este problema existen un sistema de soluciones según sobre qué aspecto se considere.

a) Cuando se considere la solución sobre el Terreno.

Mejoramiento mediante compactación por el mismo suelo o por otro suelo no Expansivo, más estable al agua (material mejorado), este sistema es el más común y consiste:

Consiste en estabilizar el suelo bajo la fundación con un material mejorado, definimos como material mejorado a suelos más estables al agua como ser suelo tipo Suelo Granular según SUCS suelos GW (A-1-a) hasta GP-GM (A-1-b) o arenas limosas (SP-SM hasta SM) o en el mejor de los casos Suelo-Cemento, estas últimas se presentan en el área de proyecto (GWQ-GM), pero su utilización deberá estar regulado por el laboratorio de mecánica de Suelos de Obra, ya que estos deberán estar seleccionados y preparados mediante especificaciones técnicas. A continuación se sugiere la metodología para el cambio y compactado de "material mejorado".

- Se procederá a excavar para la fundación hasta la profundidad de desplante "Df" más una profundidad "H" en toda la superficie, luego se procederá a la colocación de capas de 0.20 m de material empleado como suelo mejorado y se procederá al compactado al 95% de su densidad máxima determinada por el ensayo de Proctor T-180 Modificado. Este relleno será ejecutado hasta alcanzar la altura de "H" de espesor de suelo mejorado, por debajo de la cota de fundación (Df) esto con la finalidad de uniformizar la compacidad de los suelos.
- Se debe realizar un programa de control de compactación periódico y sistemático, mediante el conocimiento de la densidad en plataforma, este control puede realizarse a través de la toma de densidades in situ, mediante algún método convencional vigente para este tipo de control (cono de arena, volumenómetro, etc.).



- La alternativa de fundación con suelo Mejorado, las Características de resistencia en todo caso dependerá del material empleado, espesor y del grado de compactación alcanzado. En todo caso si se emplea materiales como suelos granulares o arenas limosas, compactadas al 95% de su densidad máxima seca según Proctor T-180 Modificado, se alcanzaran "q_{adm}" mayores a 1.00 kg/cm², donde para cada caso se define este valor según el espesor a reemplazar.
- b) Cuando se considere la solución sobre las Fundaciones.
- Uso de Pilotes, Esta solución contempla atravesar la "zona arcillosa" y apoyar las fundaciones sobre suelos más estables (esta solución es aplicable a estructuras elevadas y pesadas).
 - Uso de Plateas, esta solución minimiza los asentamientos diferenciales.
- c) Cuando se considere impedir que el fenómeno se presente.
- Aislamiento del suelo susceptible a procesos de cambios por su contenido de humedad, de modo que los procesos climáticos o los agentes externos no modifiquen los contenidos de humedad en el espesor de la capa activa (arcilla). En estos casos es diseñar sistemas de drenaje mediante obras de arte (canales, sumideros, etc.) y/o pendientes naturales del terreno.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 38 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

Un método particular a veces no es suficiente, en algunos casos se recomienda combinar procedimientos y el adoptar cualquier solución pasa por los problemas contractuales económicos y técnicos que se tenga en el proyecto.

Realizar un adecuado sistema de drenaje superficial de forma de evitar erosiones a causa de precipitaciones pluviales tanto en la zona de corte, relleno en la planchada.

El ángulo de talud de corte y de relleno a adoptar son los siguientes:

Suelos finos (Arcillas (CL), Limo y Arcilla (ML-CL) y limo inorgánico (ML):

Talud 1=Horizontal	Suelo	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)	Peso específico del suelo (g/cm ³)
Corte 1:1.75	(CL)	2.000	15	2.029
Relleno 1:1.50	(ML-CL)	1.800	18	1.995
Corte 1:1.50 Relleno 1:1.25	(ML)	1.500	20	2.050

Talud de Corte y Relleno: Suelos granulares (arena limosa (SM):

Talud 1.5 =Horizontal	Suelo	Cohesión (Kg/cm ²)	Ángulo de fricción (°)	Peso específico del suelo (g/cm ³)
Corte 1.50:1 Relleno 1.50:1	(SM)	0.010	25	2.150

En caso de realizar rellenos debe evitarse utilizar las arcillas producto del corte, en lo posible utilizar suelos granulares o realizar mezcla de la arcilla de corte con suelos granulares.

Los rellenos deben colocarse en capas no mayores a 0.25 m y compactando adecuadamente según Próctor T-180 Modificado hasta alcanzar el 95% de la densidad máxima, el relleno debe realizarse hasta el nivel que considere conveniente el Ingeniero Calculista.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 39 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

Durante la compactación debe controlarse la humedad de compactación en forma sistemática y realizar los controles de la densidad de campo adecuadamente.

Si el Ingeniero calculista opta por diferentes alternativas de solución deberá basarse en los perfiles geotécnicos adjuntos y tomando muy en cuenta las características físicas mecánicas de los suelos y las cargas solicitantes de las diferentes estructuras, además diseñar un adecuado sistema de drenaje superficial.

En cuanto a los asentamientos que pueda sufrir el suelo al ser sometido a cargas, que se transmitan a través de las fundaciones o directamente sobre este, y en base a resultados de los laboratorios de Consolidación (3753-LZ-RS-0000003_Anexo 12_Consolidacion), el especialista podrá determinar estos.

Se deben además tomar en cuenta, otros parámetros como: El coeficiente de balastro, relación de poisson y densidad natural. De los cuales se muestra un resumen de coeficientes que se recomienda para la zona.

Cuadro de Resumen de coeficientes recomendados

CLASIFICACIÓN	COEF. BALASTRO		RELACIÓN DE POISSON	MODULO "Gs" (kg/cm ²)	DENSIDAD NATURAL (kg/cm ³)	MODULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL Es (kg/cm ²)
	Tensión Adm. (kg/cm ²)	K (kg/cm ³)				
SUSC						
Suelo Fino Tipo CL	130	3.56	0.30	250.00	1.69	450

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 40 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

12. BIBLIOGRAFÍA DE REFERENCIA

- Kart Terzaghi (1945): Mecánica Teórica de los Suelos: pp 133.
- J. Carlos Cintra, Nelson Aoki (2003) Tensao Admisible em Fundaco es Diretas: pp4.
- ISSMGE (Internacional Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering).
- Principios de Ingenieria de Cimentaciones - Braja M Das.
- Suelos, Fundaciones y Muros - Maria Graciela Fratelli.
- Construcción de Gasoductos – Pedro A. Gómez Rivas.
- Mecánica de suelos - Crespo Villalaz.

13. ANEXOS

- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 1 Plano de Ubicación de Estudios Geotécnicos: Calicatas, SPT y Perforaciones con Diamantina.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 2_Perfil de Calicatas.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 3_Laboratorio de Calicatas.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 4_Perfil de SPT.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 5_ Laboratorio de SPT.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 6_ Fotografias de Calicatas.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 7_ Fotografias de SPT.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 8_ Gravedad Especifica de los Solidos de un Suelo.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 9_ Estudio de Excavación a Cielo Abierto.

	REPORTE - ESTUDIO GEOTÉCNICO	Código de Identificación de TCM 3753-LZ-RS-0000003	
		Página 41 / 41	Emisión Rev. 0.0 Aprobado
	Estudios de Ingeniería Conceptual de las Plantas de Etileno, Polietileno, Propileno y Polipropileno	Código de Identificación de YPFB N.A.	

- 3753-LZ-RS-0000003_ANEXO 10_Analisis químico del agua.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 11_Corte Directo.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 12_Consolidacion.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 13_Permeabilidad.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 14 Perforación con Diamantina Perfiles Geotécnicos.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 15 Perforación con Diamantina Clasificación de Suelos y Ensayos de laboratorio.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 16 Perforación con Diamantina Reporte Fotográfico.
- 3753-LZ-RS-0000003_Anexo 17 Perforación con Diamantina Perfil Estratigráfico.