

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
2°30'30.38" NORTE, 75°46'12.38"OESTE
TESALIA, HUILA

ESTUDIO DE SUELOS



ING. JHON ALEXANDER ECHEVERRI S.
MAT.25202- 69983 CND.
C.C. 79.541.681 de Bogotá

**EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO
DE CIMENTACIONES DE TORRES PARA
COMUNICACIONES**

**2°30'30.38" NORTE, 75°46'12.38" OESTE
TESALIA, HUILA**

ESTUDIO DE SUELOS

BOGOTÁ D.C., JUNIO DE 2018

Í N D I C E

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO**
- 3. ENSAYOS DE LABORATORIO**
- 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**
 - 4.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**
 - 4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO**
- 5. ANALISIS DE RESULTADOS GEOTECNICOS**
 - 5.1 ESTRATIGRAFIA Y PARÁMETROS GEOTECNICOS**
 - 5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO**
 - 5.3 NIVEL DE CIMENTACIÓN**
 - 5.4 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE**
 - 5.5 CALCULO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO E INDIRECTO**
- 6. ASPECTOS SÍSMICOS DEL PROYECTO**
- 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**
 - RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS**
 - GEOLOGIA**
 - GEOMORFOLOGIA**

L I S T A D E F I G U R A S

FIGURA No. 1

LOCALIZACIÓN DE SONDEOS

FIGURA No. 2

PERFILES ESTRATIGRAFICOS DE SONDEOS

A N E X O S

- 1. MEMORIA DE CÁLCULO***
- 2. MEMORIA ENSAYOS DE LABORATORIO***
- 3. INFORME FOTOGRAFICO***

1. INTRODUCCIÓN

*Con el fin de adelantar la exploración geotécnica para el **DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES**; en el siguiente informe se presentan los resultados del estudio de suelos realizado en el municipio de Tesalia - Huila, al norte del casco urbano.*

El objeto del estudio es el de determinar las características geomecánicas del suelo con base en lo cual definir el nivel apropiado para la cimentación de la obra, así como también seleccionar la capacidad portante admisible del suelo: características evaluadas en función del tipo de estructura y de las cargas que esta transmite al terreno de fundación.

Igualmente se presentan los resultados de la investigación del subsuelo, los análisis de ingeniería, las conclusiones y recomendaciones para el diseño y la construcción de la cimentación

2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

Tabla H.3.1-1
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla H.3.2-1
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Se define que el nivel de complejidad es baja, debido a que la estructura pesa alrededor de 210 KN, dicho peso se deberá distribuir entre el número de apoyos que tenga la torre.

Con el propósito de conocer el perfil del subsuelo y evaluar los parámetros que rigen su comportamiento ante la imposición de cargas, se realizaron investigaciones y se recopiló información de la zona de las siguientes fuentes:

- *Instituto Geografico Agustin Codazzi – IGAC*

- Norma NSR -10
- Normas Invias – 2007
- Normas tecnicas Cololmbianas – NTC

Actividad desarrollada mediante la ejecución de tres sondeos los cuales fueron llevados a 6.00 metros de profundidad o rechazo, cada uno con el objeto de efectuar la verificación del suelo existente; estos se realizaron con equipo de perforación por percusión y lavado con toma de muestras con tubo shelby; cada tipo de material encontrado se relacionó en el respectivo registro. Igualmente se tomaron muestras representativas de cada estrato.

En la figura No. 1 se indica la ubicación de los tres sondeos realizados con motivo del estudio, así mismo en la figura No. 2 se presenta el perfil estratigráfico para cada sondeo.

En cada perforación se determinó el perfil del suelo como se mencionó anteriormente, además se detectó la posición del nivel freático.

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas, durante la exploración del subsuelo se identificaron visualmente y sobre un número representativo de ellas se hicieron ensayos de laboratorio requeridos tanto para clasificar el subsuelo como para determinar sus propiedades mecánicas e in situó.

Para suelos granulares o arcillas duras se realiza mediante penetración estándar (S.P.T), obteniéndose las respectivas muestras con el tubo partido (Split Spoon). Por encontrarse suelos de carácter cohesivo a profundidades intermedias se toman muestras inalteradas con el tubo de pared delgada (Tubo Shelby). De los suelos de relleno superficiales, se obtienen muestras alteradas.

A continuación, se relacionan los ensayos realizados

CLASIFICACIÓN

- Límite líquido*
- Límite plástico*
- Granulometría*

IN SITUÓ

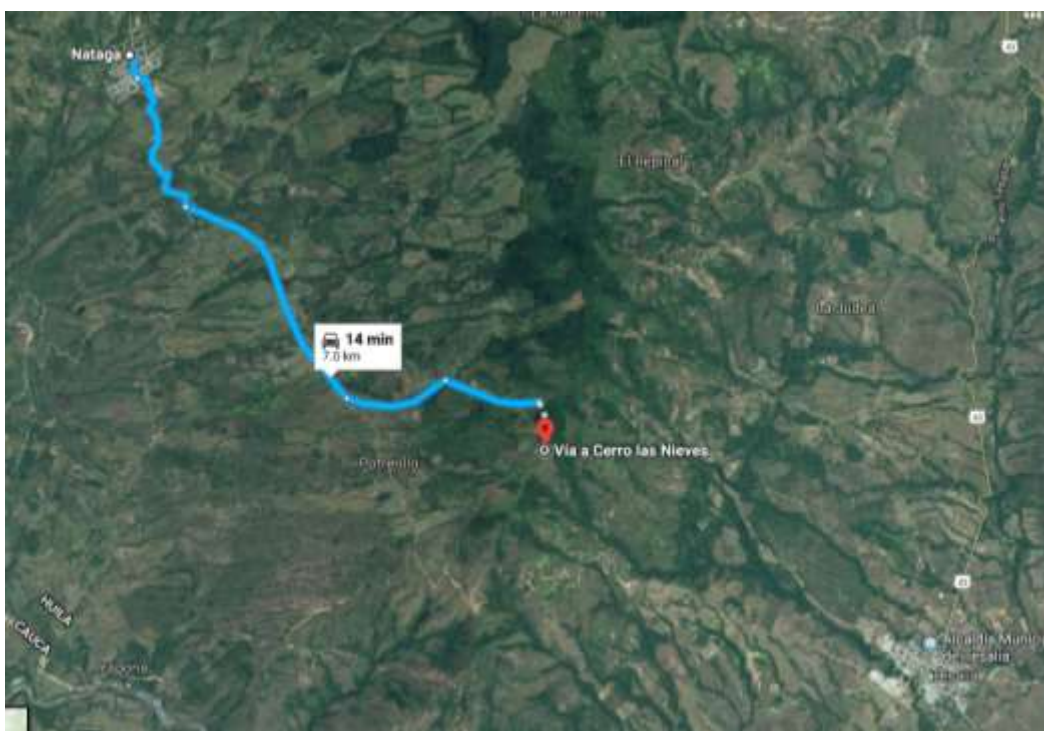
- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

4.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Exploración geotécnica para el diseño de cimentaciones para una torre de comunicaciones, que hace parte del proyecto de expansión de la red de televisión digital terrestre, realizado en el municipio de Tesalia - Huila, en las siguientes coordenadas:

2°30'30.38" Norte, 75°46'12.38" Oeste.



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio de Tesalia está ubicado localizado al occidente del departamento del Huila; limita al Norte con el municipio de Íquira, al Sur con Paicol, al Occidente con el municipio de Nataga y al oriente con los municipios de Yaguará y Gigante.



El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 830m, la temperatura promedio es de 22°C; El municipio de Tesalia se comunica con la Capital sobre vía pavimentada de aproximadamente 100 Km, al municipio de

la Plata en vía pavimentada de una longitud aproximada de 20 Km, y con poblaciones intermedias como Paicol que se encuentra a 6 Km, Nátaga en vía pavimentada.

El acceso a la ubicación del proyecto se hace por una carretera veredal destapada desde la población de Nataga, vía al Cerro las Nieves; pues desde Tesalia, la vía no permite el acceso vehicular.

Las características del Municipio están estrechamente ligadas al origen y evolución de la cordillera central y en particular al desarrollo de los valles de los ríos. Esto se refleja en la gran variedad del paisaje, tipos de relieve, diversidad de litologías y suelos, producto de fuerte actividad tectónica; evidenciada en la cantidad de fallas, la intensa actividad volcánica y la actividad sísmica, los cambios climáticos durante las pasadas glaciaciones que produjeron proceso erosivo responsables del modelado de los diferentes paisajes sobre la parte alta de la cordillera central.

El proyecto contempla la construcción de una torre auto soportada de 40 metros de altura, para la instalación del sistema radiante requerido.

El lote del terreno es plano, y ya existe una torre, una antena con foco centrado, y las instalaciones para el funcionamiento de la estación local.

5. ANALISIS Y RESULTADOS GEOTECNICOS

Con base en los resultados de los sondeos y de los ensayos de laboratorio, se caracteriza geotécnicamente cada estrato, con el objeto de definir el que presente la mejor respuesta como elemento de soporte.

5.1 ESTRATIGRAFIA, PARÁMETROS GEOMECÁNICOS Y NIVEL FREÁTICO

El tipo de suelo, encontrado en el sitio de estudio se describe de acuerdo con los resultados de los sondeos y de los ensayos de laboratorio.

Se pudo establecer en forma simplificada el siguiente perfil estratigráfico, el cual tiene como nivel de referencia 0.00 el correspondiente a los puntos del sondeo.

PERFIL ESTRATIGRAFICO PROMEDIO

De 0.00 - 1.40m *Capa vegetal.*

De 1.40 - 6.00m *Arcilla rojiza con vetas
amarillas.*

El manto de Arcilla rojiza con vetas amarillas, es de baja plasticidad, con limite liquido de 56.20 %, el índice de plasticidad es de 31.10. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.22 kg. /cm², indicando un estrato de consistencia media blanda.

El nivel freático no se detectó durante la ejecución de los sondeos.

5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO

Los espesores anteriores son un promedio aproximado y corresponden a los puntos. En otros sitios pueden presentarse divergencias.

5.3 NIVEL Y TIPO DE CIMENTACIÓN

De acuerdo al tipo de perfil estratigráfico encontrado en la zona de estudio y teniendo como referencia tanto el tipo de construcción como la magnitud de las cargas aplicar sobre el suelo portante, se define el nivel de cimentación a la profundidad de 1.50 metros, medido a partir del nivel actual del terreno.

Para el diseño de la cimentación, como alternativa 1, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre; O como alternativa 2, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe un solo dado para el anclaje de la torre.

5.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE

Los cálculos se generaron con el siguiente patrón de desarrollo:

A partir del SPT y el perfil del subsuelo obtenidos de los sondeos ejecutados a lo largo del lineamiento, se encontraron los parámetros geomecánicos de resistencia, y se estableció el estrato en el cual se dan los mejores parámetros para poder cimentar.

Con el propósito de hacer un muestreo continuo y detallado del subsuelo, y dependiendo del tipo de suelo se recuperan muestras a diferentes profundidades. Para suelos granulares o arcillas duras se realiza mediante penetración estándar (S.P.T), obteniéndose las respectivas muestras con el tubo partido (Split Spoon). Por encontrarse suelos de carácter cohesivo a profundidades intermedias se toman muestras inalteradas con el tubo de pared delgada (Tubo Shelby). De los suelos de relleno superficiales, se obtienen muestras alteradas. Para todos los sondeos y muestras, se realiza un registro continuo de los suelos explorados. Con la información

del número de golpes de SPT, se escogió el valor más bajo "N" para efectos de cálculo y situación crítica.

Usando estos resultados, se pueden hacer estimativos de parámetros de resistencia del suelo portante, que, aunque no son rigurosos, son aproximados y útiles. Es importante recalcar que las correlaciones existentes en la literatura se han ejecutado principalmente para suelos granulares.

Con el valor del parámetro geomecánico de resistencia, se procedió a calcular la capacidad portante del estrato donde se recomienda cimentar. Para esto se usó la propuesta inicial de Terzaghi.

Todas las muestras fueron recuperadas a partir de perforaciones manuales y mecánicas con percusión con tubo Split Spoon y en unos pocos con tubo Shelby para las muestras cohesivas, así como con barreno, dependiendo del tipo de perfil.

En ninguno de los casos los datos de los ensayos de campo como veleta y penetró metro de bolsillo son utilizados para efectos de cálculo de cimentación, pero si se hace

referencia, ya que es un medio válido, alterno, recursivo y de verificación y alterno al corte directo en mecánica de suelos.

Se emplearon los siguientes parámetros de cálculo:

- Suelo portante de comportamiento principalmente cohesivo.*
- Resistencia del suelo a la compresión inconfiada de 1.22 kg./cm²*
- Peso unitario del suelo 16.4 KN/m³*

Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 111 KN/m²; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.

RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	<i>1.50 (m)</i>
<i>Estrato portante</i>	<i>Arcilla rojiza con vetas amarillas</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>11.10 (t/m²)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>1329.08 (t/m³)</i>
<i>Angulo de fricción φ</i>	<i>27°</i>
<i>Peso unitario γ</i>	<i>1.64 (gr/cm³)</i>
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	<i>0.38</i>

5.5 FACTORES DE SEGURIDAD

En el análisis geotécnico se consideraron los factores de seguridad básicos e indirectos definidos en el NSR -10 en el ítem H.2.4 De igual modo, en el cálculo de la capacidad portante se consideraron los factores de seguridad indirectos definidos en H.4.7.

Según la NSR-10, el factor de seguridad se puede establecer en función de factores de seguridad directos o de factores de seguridad indirectos.

Los factores de seguridad directos básicos F_{sb} se aplican al material terreo (suelo o roca): en otras palabras, se aplican a los parámetros geotécnicos tales como cohesión (S_u), ángulo de fricción (ϕ), etc.

Tabla H.2.4-1

Factores De Seguridad Básicos Mínimos Directos

Condición	F_{sbu}		F_{sbum}	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga muerta + Carga viva normal	1.5	1.25	1.8	1.4
Carga muerta + Carga viva máxima	1.25	1.1	1.4	1.15
Carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño suelos elásticos	1.1	1	No se permite	No se permite

En ningún caso el factor de seguridad mínimo F_{sbm} podrá ser inferior a 1.00. Por ejemplo, para el cálculo de la capacidad portante admisible de cimentaciones superficiales, se emplean los factores de seguridad con respecto a la falla de corte (FS_{shear}) entre 1.1 y 1.5 como se observa en la tabla.

$$Cd = c / FS_{shear}$$

$$\phi = \tan^{-1} (\tan \phi / FS_{shear})$$

Factores de seguridad indirectos

De acuerdo al ítem H-4.7- Factores de seguridad indirectos, la norma NSR-10 para cimentaciones recomienda lo siguientes factores de seguridad indirectos mínimos:

Tabla H.4.7-1

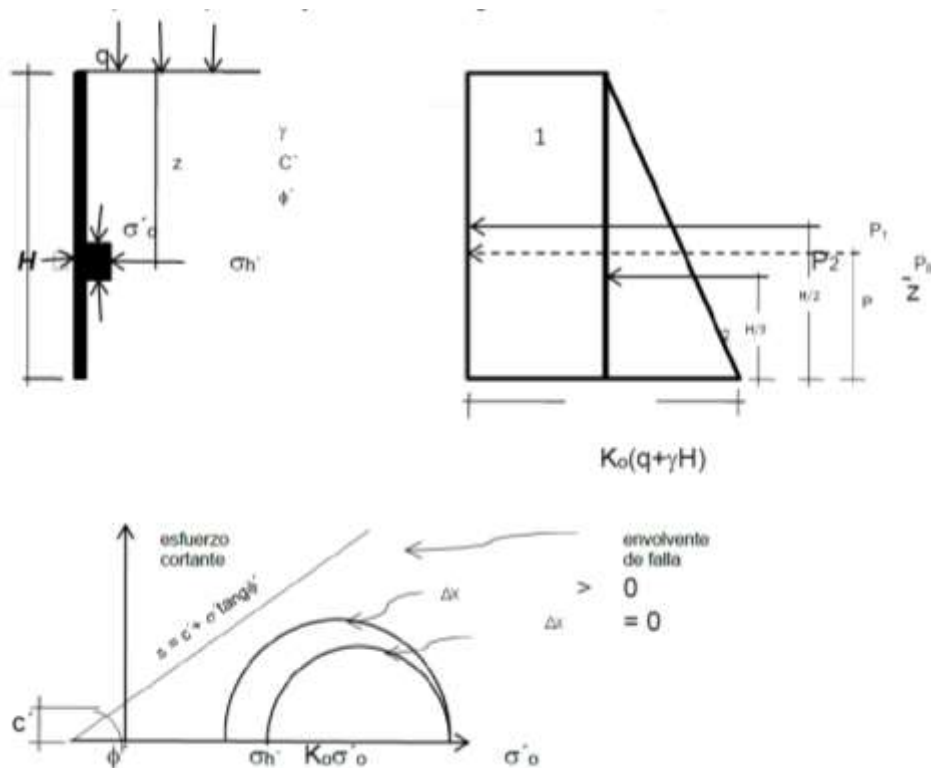
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

Condición	Fsicp Mínimo
	Diseño
Carga muerta + Carga viva normal	3.0
Carga muerta + Carga viva máxima	2.5
Carga muerta + Carga viva normal + Sismo de diseño suelos elásticos	1.5

El factor de seguridad básico o directo F_{sb} definidos en la tabla H.2.4-1 es el factor de seguridad geotécnico real, es decir que se aplica al material terreo (Suelo, Roca) pero de

él derivan factores de seguridad indirectos que tienen diferentes valores y los cuales se especifican en la tabla H.4.7-1.

El factor de seguridad directo F_{sb} se obtiene de la fuerza resistente del suelo o capacidad de carga (presión) por unidad de área de la cimentación que puede ser soportada por el suelo a nivel de desplante de la cimentación sobre la fuerza actuante o carga aplicada. Quiere decir que de la envolvente de falla en el círculo de Mohr o resistencia al corte al analizar el cálculo general de capacidad portante y factores de seguridad tenemos:



El valor del factor de seguridad directo o básico

$$FSB = FR/FA = \tau_f/\tau_A = S/\tau_A = (c' + (\sigma' \tan \phi'))/\tau_A.$$

Cuando el materiales normalmente consolidado $c' = 0$, de esta forma el factor de seguridad, se tiene

$$FSB = (q + \gamma z) \tan \phi' / \tau_A.$$

Lo cual corresponde a lo encontrado en la literatura de ingeniería de suelos y además, a lo indicado en la tabla H2.4-1 de la NSR10.

Por otro lado, el número de sondeos, la profundidad y el factor de seguridad indirecto, como parte del análisis del tipo de proyecto, donde la NSR10, entre otras contempla:

- 10% del esfuerzo interface suelo-cimentación.
- 1.5 veces el ancho de la losa.
- 2.5 veces el ancho de la zapata de mayor dimensión.
- 1.25 veces la longitud del pilote más largo.
- 2.5 veces el ancho del cabezal de mayor dimensión.

La profundidad de los sondeos está dada teniendo en cuenta el criterio anterior. Si se considera los estados límites de falla, estos no se presentan por falla de capacidad de

carga toda vez que no se supere la capacidad portante, no se presenta por pérdida de apoyo por erosión del terreno o deslizamiento horizontal bajo el efecto de empuje del suelo. Como no se presenta un nivel freático se sugieren medidas preventivas como el uso de filtros, canalizaciones, etc. Se deberá garantizar el drenaje aguas lluvias y servidas a sistemas de disposición final como alcantarillado (aplica en este caso) o tanque séptico; esto con el fin de evitar filtraciones que produzcan reducción de la capacidad portante del terreno. Se recomienda revisar periódicamente las captaciones y conducciones de agua para evitar filtraciones de agua y garantizar la estabilidad del proyecto.

El terreno actual y a su alrededor no presenta movimiento de inestabilidad hasta el momento. El predio se encuentra en una zona cuyo terreno en el momento de la verificación técnica no evidencia daños o patologías que permitan identificar o definir la presencia de procesos de inestabilidad geotécnica y de remoción en masa.

Esta se presenta sobre un terreno estable, no se visualizan agrietamientos en viviendas y en las vías existentes no están afectadas por movimientos verticales u horizontales.

Además, su litología de acuerdo a los sondeos no es de disgregación del suelo que permitan desplomes o desprendimiento o tal vez flujos, desplazamientos o volcamiento, es decir; no hay material erodable o dispersivos ni los suelos encontrados son colapsables como aluviales o coluviales, eólicos, volcánicos ni mucho menos residuales, además; no se observan cárcavas.

Por otro lado, como lo emite la DPAE, "se advierte que cualquier intervención que se realice, debe tener en cuenta la presencia de la infraestructura aledaña, por lo que el responsable del proyecto debe garantizar en todo momento la estabilidad general del lote y su contorno".

Para las cimentaciones superficiales la adopción del factor indirecto de 3.0 garantiza que los factores de seguridad directos F_{sb} sean superiores a los dados en la tabla H.2.4-1

Para la mayoría de los casos un valor de $FS_{shear} = 1.2-1.5$ con respecto a la falla de corte se ajusta con un factor de seguridad de $FS = 2.5-3.0$ con respecto a la capacidad portante neta ultima.

Para el presente estudio se adopta un FACTOR DE SEGURIDAD DE 3.0, que como se observa es el máximo valor de la tabla H.4.7-1 de la NSR-10.

CALCULO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO E INDIRECTO

CONDICION	Granulares-Fsbm		Cohesivos-Fsbum	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
C. Muerta + C. Viva normal	1.50	1.25	1.8	1.4
C. muerta + C. Viva máxima	1.25	1.1	1.4	1.15
C. Muerta + C. Viva normal + Sismo de diseño pseudo estático	1.10	1,00(*)	N/P	N/P
Taludes - Condición estática y Agua subterránea Normal	1.50	1.25	1.8	1.4
Taludes - Condición pseudo-estática con agua subterránea normal y Coeficiente sísmico de diseño	1.05	1,00(*)	N/P	N/P

Datos de entrada

$S_u = C$	61.00 KN/m ²
q_c	332.27 KN/m ²
q_a	111 KN/m ²
q	18.73 KN/m ²

DISEÑO

S_{ud}	17.90 KN/m ²	
F_{SBU}	3.41 KN/m ²	>1,8 OK

$$q_f = 5.14 * S_u + q$$

$$S_{ud} = q_a - q/5.14$$

$$F_{SBU} = S_u / S_{ud}$$

$$F_{SI} = q_c / q_a$$

FACTOR DE SEGURIDAD INDIRECTO:

3.00

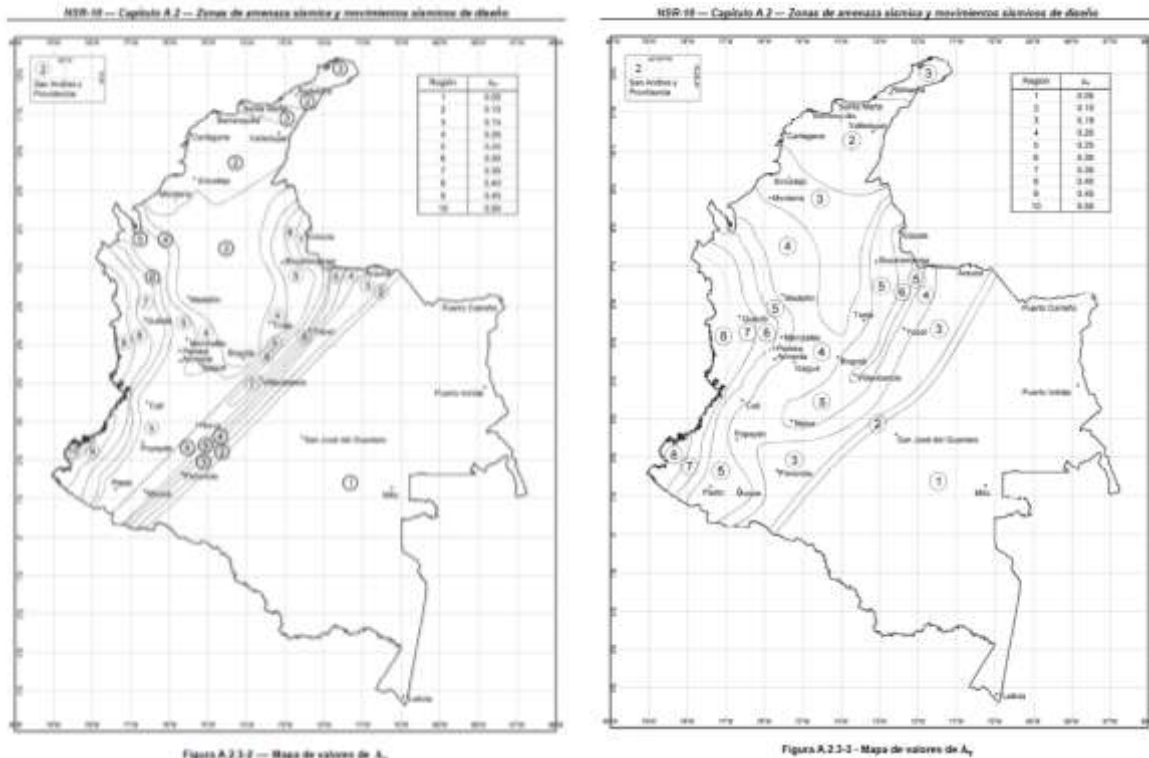
FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:

3.41

6. ASPECTOS SÍSMICOS DEL PROYECTO

De acuerdo con los resultados obtenidos de los trabajos de investigación del subsuelo y teniendo en cuenta lo establecido en la Norma Sismo-Resistentes de 2010, se establece que el Municipio de Tesalia se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Alto, y que el perfil del subsuelo corresponde al tipo D.





Para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico efectiva, para diseño A_a esperado es de 0.25 y el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva A_v esperado es de 0.20. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo C con coeficientes $F_a = 1.30$, $F_v = 2.00$, $T_c = 0.59$, $T_L = 4.80$ y $T_0 = 0.12$.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas 2°30'30.38" Norte, 75°46'12.38" Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Tesalia, departamento de Huila.
- De acuerdo a la estratigrafía determinada por medio de los sondeos efectuados, según se identifica una capa de material de tipo orgánico del orden de 1.40 metros de espesor, suelo catalogado como incompetente para cimentación de estructuras; en consecuencia, este manto debe ser excavado para llegar al nivel de cimentación.
- El suelo de cimentación para la torre corresponde a una arcilla rojiza con vetas amarillas.

- *Para el diseño de las cimentaciones se requiere como datos básicos las cargas aplicadas a nivel de pedestal, los parámetros básicos del suelo y los parámetros de los materiales de construcción. Las cargas aplicadas pueden ser obtenidas de forma precisa del diseño de las estructuras metálicas.*
- *Para el diseño de la cimentación se deben tener en cuenta los momentos generados por las fuerzas sísmicas y las cargas generadas por el viento, según los títulos A y B de la NSR-10.*
- *Para el diseño de la cimentación, como alternativa 1, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre; como alternativa 2, se recomienda que el ingeniero calculista diseñe un solo dado para el anclaje de la torre.*
- *Para el diseño estructural se recomienda trabajar con una capacidad portante admisible de 111 KN/m².*

- *El Municipio de Tesalia se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico alto; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico A_a esperado es de 0.25 y $A_v = 0.20$. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.30$, $F_v = 2.00$, $T_c = 0.59$, $T_L = 4.80$ y $T_0 = 0.12$.*
- *Este tipo de suelo es catalogado de acuerdo a la norma sismo resistente como de poca variabilidad.*

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- *En la proyección en planta de las zapatas para la torre, se removerá en lo posible por medios manuales el material orgánico con el fin de evitar la alteración del suelo, hasta una profundidad de 1.50 metros.*
- *Las excavaciones se podrán hacer verticales hasta el nivel de desplante.*

- *Durante las exploraciones de campo no se investigó la localización ni el estado de las redes existentes dentro del lote.*
- *En los sitios donde a nivel de cimentación se encuentren suelos de consistencia blanda por efecto de aguas servidas locales o rellenos demasiado heterogéneos, se recomienda estabilizar el material de apoyo del fondo con el hundimiento de piedra rajón en cantidad suficiente, con ayuda del balde de una retroexcavadora.*
- *Se recomienda efectuar las obras constructivas en el menor tiempo posible después de realizadas las excavaciones para evitar la socavación del suelo.*
- *Se deberá garantizar el drenaje aguas lluvias y servidas a sistemas de disposición final ya sea alcantarillado o tanque séptico, los cuales deberán quedar alejados de las zonas de terraza y pendientes fuertes; esto con el fin de evitar filtraciones que produzcan reducción de la capacidad portante del terreno, se generen asentamientos considerables y deslizamientos por la saturación de los suelos. Se recomienda revisar periódicamente las captaciones y conducciones de agua para evitar filtraciones de agua y garantizar la*

estabilidad del proyecto. Además, se sugiere la construcción de un filtro perimetral o un medio de aislamiento con el fin de evitar sobrepresiones y filtraciones de agua en este nuevo proyecto.

- El terreno no presenta fenómenos de desencadenamiento de inestabilidad que llegue afectar el drenaje y el encauzamiento de las aguas lluvias, pero de igual manera se deben tener en cuenta los diseños de estructuras de contención en las zonas que vean comprometida su estabilidad o por procesos erosivos.
- Desde el punto de vista topográfico se encontró que el lote estudiado registra una topografía suavemente ondulada, y que ya cuenta con rellenos de nivelación con inclinación mínima.
- No se observa ningún tipo de condición, geológica o geotécnica, adversa que impida la ejecución del proyecto.
- Se hará una revisión cuidadosa del suelo expuesto para tratar de detectar zonas excepcionalmente blandas, bolsas de material orgánico, etc. En donde aparezcan deberán retirarse y reemplazarse por recebo de buena calidad o por rajón según la gravedad del caso.

- *En el caso de necesitar materiales de relleno, se podría utilizar el proveniente de la excavación, siempre y cuando no se encuentre en estado de saturación, en caso contrario, se recomienda utilizar material de río no cohesivo debidamente conformado y compactado por los métodos convencionales.*
- *Es importante que el ingeniero calculista, tenga en cuenta para la cota de cimentación la capacidad portante del terreno; el análisis de asentamientos; el uso adecuado del sistema de cimentación; el perfil estratigráfico del presente estudio; las recomendaciones de mejoramiento del suelo y las especificaciones contempladas en la NSR – 10.*
- Las zonas donde se llevará a cabo la colocación de material de relleno, se deberán tratar con material seleccionado, con bajo contenido de finos y estar libre de materia orgánica, con granulometría que se describe a continuación:

TAMIZ	%PASA
2 1/2"	100
2"	75 - 100

1"	50 - 80
Nº 4	20 - 50
Nº 200	0 - 20

- Límite líquido: < 25%.

- Índice de plasticidad < =6%.

- El desgaste de la máquina de los ángeles debe ser menor al 35% y ensayo de pérdida de peso en el ensayo de solidez en sulfato de sodio menor al 12% para los materiales de selección con destino a mejorar el suelo existente.
- Se debe tener precaución de no remoldear los contornos una vez se esté excavando, esto con el fin de evitar la caída de material de las paredes laterales de la excavación, y sugerible la colocación de una lechada en cemento.

GEOLOGIA



El Departamento del Huila está ubicado en el suroccidente de Colombia; su territorio hace parte de cuatro grandes regiones morfológicas, como son las cordilleras Central y Oriental, el Macizo Colombiano y el valle superior del río Magdalena. Geológicamente es una región compleja, conformada por rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias con edades desde el Precámbrico hasta el Neógeno, y depósitos cuaternarios de origen clástico y volcánico.

Rocas metamórficas precámbricas afloran en la Cordillera Oriental, en donde constituyen el llamado Macizo de Garzón y en la Cordillera Central y sus estribaciones, como la Serranía

de Las Minas. Son neises, granulitas, anfibolitas y mármoles que conforman diversas unidades litoestratigráficas, relacionadas con el desarrollo del Escudo de Guyana o con la colisión entre los escudos de Guyana y Canadiense.

Las metamorfitas paleozoicas son esquistos de diversos color y composición, y cuarcitas, que afloran al suroccidente del departamento. Rocas sedimentarias del Paleozoico están expuestas en las estribaciones de las cordilleras Central y Oriental, las que constituyen secuencias, generalmente fosilíferas, de intercalaciones de limolitas, calizas y areniscas, algunas veces afectadas por metamorfismo regional de bajo grado y eventos térmicos generados por el magmatismo jurásico.

Los afloramientos del Triásico están restringidos al noroccidente del departamento, en la Cordillera Central; se distinguen areniscas, conglomerados y brechas de tono rojizo, además de calizas micríticas que hacen parte de las formaciones Luisa y Payandé, respectivamente.

La secuencia volcanoclástica de la Formación Saldaña (Triásico superior a Jurásico) tiene, en cambio, una amplia distribución en el Huila, y se encuentran tanto en las

cordilleras Central y Oriental, como en el valle del río del Magdalena y el Macizo Colombiano.

Los numerosos cuerpos plutónicos que afloran en el área departamental se consideran como emplazados durante el jurásico; su composición varía entre intermedia y ácida, y se asume que son comagmáticos con el volcanismo de la Formación Saldaña. El marco geológico que se ha interpretado para este magmatismo es de tectónica distensiva o de una zona de subducción ubicada al occidente del territorio actual del departamento.

El avance marino de finales del Cretácico temprano permitió la acumulación de sucesiones de conglomerados, areniscas, lodolitas y calizas, expuestas en el valle del Magdalena y las estribaciones de las dos cordilleras; el retiro de este mar está registrado en las unidades litológicas de finales del Cretácico tardío. A partir del Maastrichtiano se depositaron lodolitas y areniscas rojizas, mientras que en el Paleógeno predominaron las intercalaciones de lodolitas, areniscas y conglomerados de origen continental, producto de la intensa erosión durante el levantamiento de la Cordillera Central a lo largo de fallas de cabalgamiento.

En el Neógeno se registra intensa actividad volcánica en la Cordillera Central y el inicio del levantamiento de la Cordillera Oriental. En el Cuaternario continuó la actividad volcánica en la Cordillera Central y en la región suroccidental del departamento, así como erosión intensa, que resultó en la conformación de abanicos, terrazas y otros depósitos recientes.

Además del registro litológico, las fallas y pliegues ponen de manifiesto la compleja evolución geológica del territorio huilense. Se identifican dos sistemas mayores de fallas geológicas: uno con dirección predominante al nororiente, con fallas longitudinales continuas, y otro al noroccidente de fallas transversales que se asumen principalmente de basamento por su falta de continuidad en superficie.

Los sistemas de fallas de Chusma y Algeciras marcan el límite entre el valle del Magdalena y la Cordillera Central, el primero, y la Oriental, el segundo. Las fallas geológicas dividen el área departamental en cuatro regiones tectónicas: Cordillera Central, Piedemonte de la Cordillera Central, Valle del río Magdalena y Cordillera Oriental-Macizo Colombiano.

La cuenca intramontana de Tesalia localizada en la cordillera Oriental, al Sur de Colombia está situada a lo largo de la falla Garzón -Suaza. Esta falla tiene una gran importancia regional y delimita la transición abrupta de las rocas de edad Precámbrico en la cordillera Oriental a los sedimentos Cenozoicos que rellenan el valle alto del Magdalena.

GEOMORFOLOGIA

Las características geológicas del Municipio están estrechamente ligadas al origen y evolución de la cordillera central y en particular al desarrollo de los valles de los ríos. Los anteriores están claramente reflejados en la gran variedad del paisaje, tipos de relieve, diversidad de litologías, suelos y unidades morfoestructurales, producto de fuerte actividad tectónica; evidenciada en la cantidad de fallas, la intensa actividad volcánica y la actividad sísmica, los cambios climáticos durante las pasadas glaciaciones que produjeron proceso erosivo responsables del modelado de los diferentes paisajes sobre la parte alta de la cordillera central. Se destaca ante todo la variedad de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, con edades que varían desde

el precámbrico hasta el cuaternario. Las rocas metamórficas e ígneas intrusivas y extrusivas asociadas a la cordillera central; las secuencias sedimentarias bordean los flancos de la cordillera central. Existen además potentes coberturas de sedimentos cuaternarios de diferente naturaleza que llenaron los valles y los piedemontes.

Los indicadores morfológicos de neotectónica y los datos históricos e instrumentales permiten ubicar esta región como de amenaza sísmica alta; el Municipio está influenciado por las fallas de Chusma y de Pacarní. Al aspecto de la amenaza sísmica, se une el de la amenaza volcánica, procesos que generalmente van de la mano, por eventuales erupciones en el volcán Nevado Huila que puede tener efectos sobre los cauces de los ríos Páez y La Plata

LIMITACIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente informe, están basadas en los resultados de la investigación del subsuelo y en las características arquitectónicas y estructurales del proyecto. Si durante el diseño o construcción, se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las consideradas en el presente estudio, o se introducen cambios arquitectónicos o estructurales al proyecto que afecten el sistema de cimentación, se deberá informar al Ingeniero de Suelos para estudiar las modificaciones o adiciones que sean necesarias.

Atentamente,

JOHN ALEXANDER ECHEVERRI S.

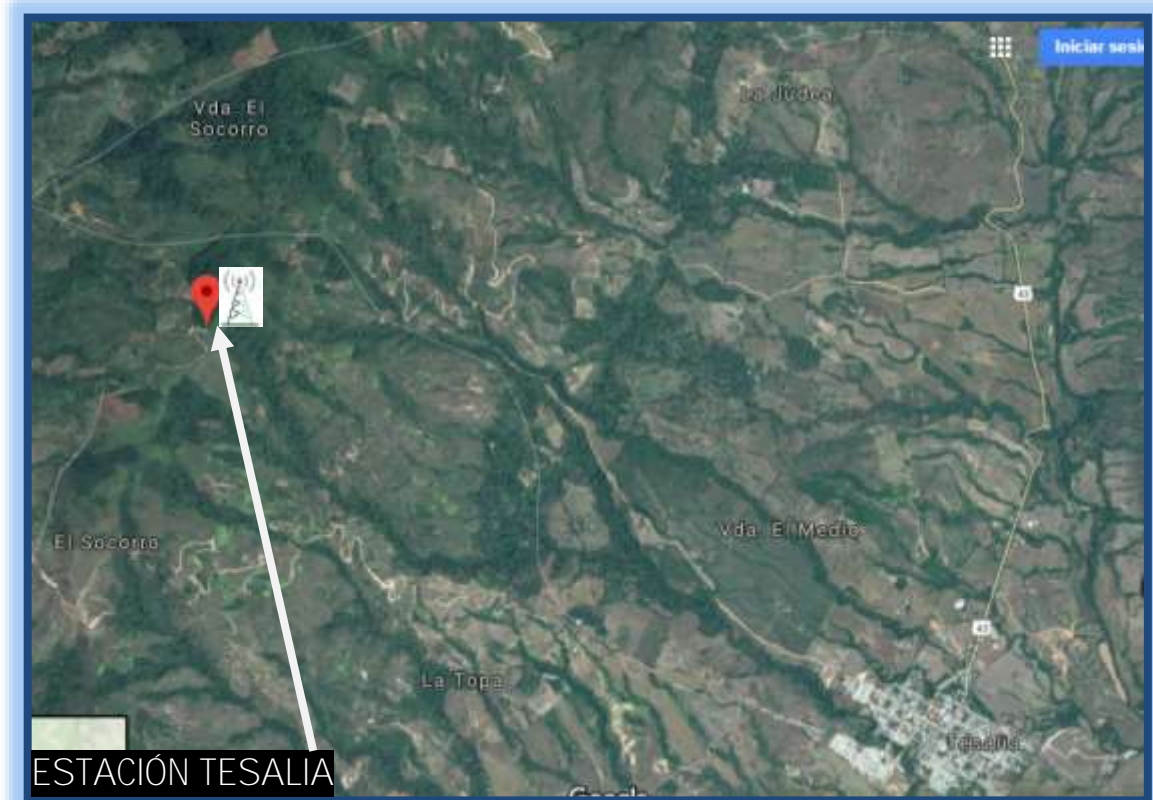
Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.

LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL

LOCALIZACION REGIONAL



LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN TESALIA

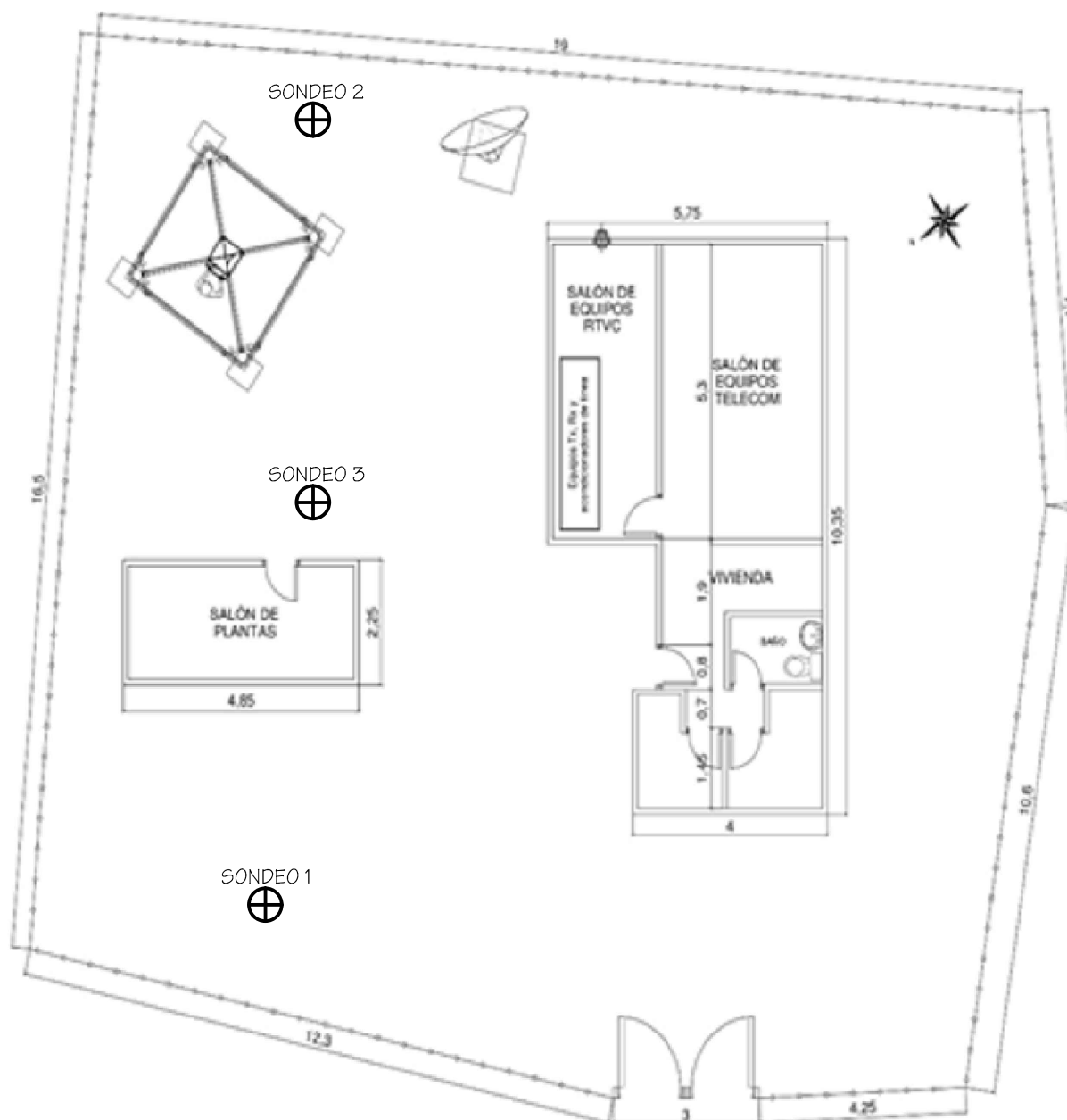
2°30'30.38"N 75°46'12.38"W



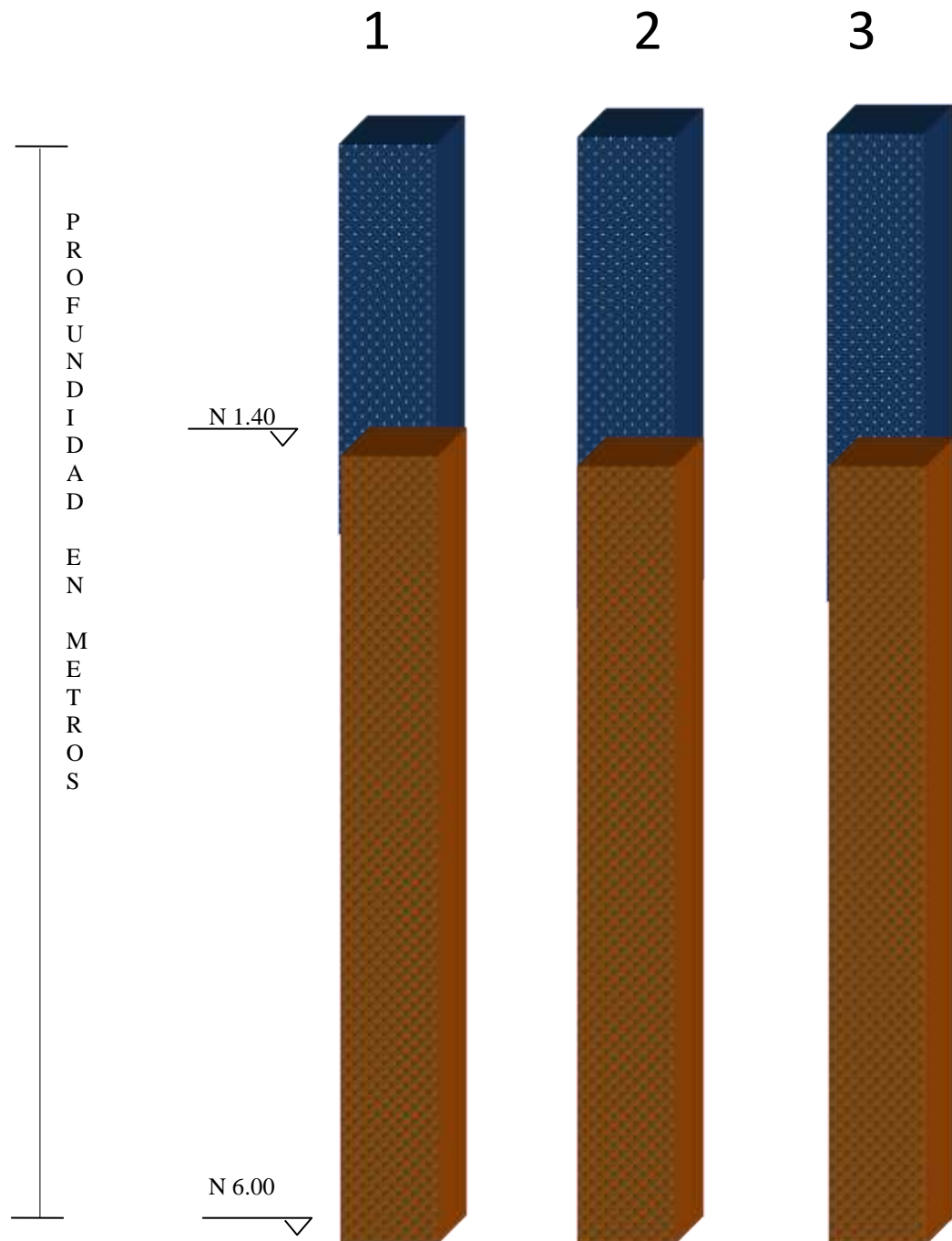
LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

LOCALIZACION DE SONDEOS

ESQUEMA DE SONDOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO



CONVENCIONES



CAPA VEGETAL



ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT						
LOCALIZACION				TESALIA, HUILA				FECHA						
SONDEO 1				2°30'30.38"N 75°46'12.38"W				jun-18						
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-1.40m	CAPA VEGETAL											
1m														
		1.40-6.00m	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	IS		56.20	31.10	1.64					1.20	1.21
2m				TS		56.10	31.20	1.65					1.22	1.20
3m														
4m														
5m														
6m														

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (Ton/m^3)
B	MUESTRA EN BOLSA	M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON	%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	No DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL	IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO		

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT						
LOCALIZACION				TESALIA, HUILA				FECHA						
SONDEO 2				2°30'30.38"N 75°46'12.38"W				jun-18						
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-1.50m	CAPA VEGETAL											
1m														
		1.50-6.00m	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS											
2m														
3m				TS		56.30	31.00	1.65				1.22	1.23	
4m				IS		56.10	31.20	1.63				1.25	1.20	
5m														
6m														

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (Ton/m^3)
B	MUESTRA EN BOLSA	M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON	%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	No DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL	IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO		

CLIENTE	PROYECTO	TORRE AMPLIACION TDT
LOCALIZACION	TESALIA, HUILA	FECHA
SONDEO 3	2°30'30.38"N 75°46'12.38"W	jun-18

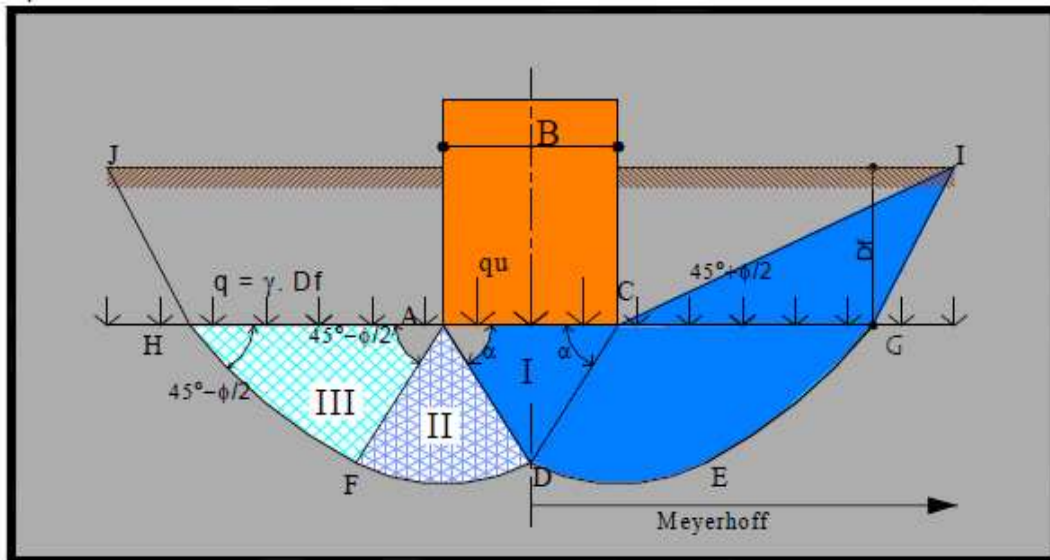
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
1m		0.00-1.40m	CAPA VEGETAL											
2m		1.40-6.00m	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS											
3m														
4m				IS			56.20	31.20	1.64				1.20	1.22
5m				TS			56.10	31.10	1.63				1.22	1.21
6m														

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (Ton/m^3)
B	MUESTRA EN BOLSA	M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON	%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	No DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL	IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO		

MEMORIA DE CALCULOS

CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga será según TERZAGHI:



$$q_c = C \cdot N_c + q \cdot N_q + \frac{1}{2} \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma$$

q_c : Capacidad de carga

$$C = \frac{q_u}{2}$$

C : Cohesión

N_c, N_q, N_γ : Factores de

capacidad de carga de

Terzaghi en función de ϕ

ϕ = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 61.00 \text{ KN/m}^2$$

q_u : Resistencia a la

*compresión inconfiada del
suelo*

q : Sobrecarga

γ_1 : Peso unitario del suelo

de cimentación

B : Base del cimientto

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación será de –1.50 metros del nivel actual o sea en la capa de arcilla rojiza con vetas amarillas.

La sobrecarga será:

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (1.40 * 12.40) + (0.10 * 13.70)$$

Df : Profundidad de
Cimentación

$$q = 18.73 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2 : \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

$$q_c = C * N_c + q * N_q + \frac{1}{2} * \gamma_1 * B * N_\gamma$$

$$q_c = 332.27 \text{ KN / m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

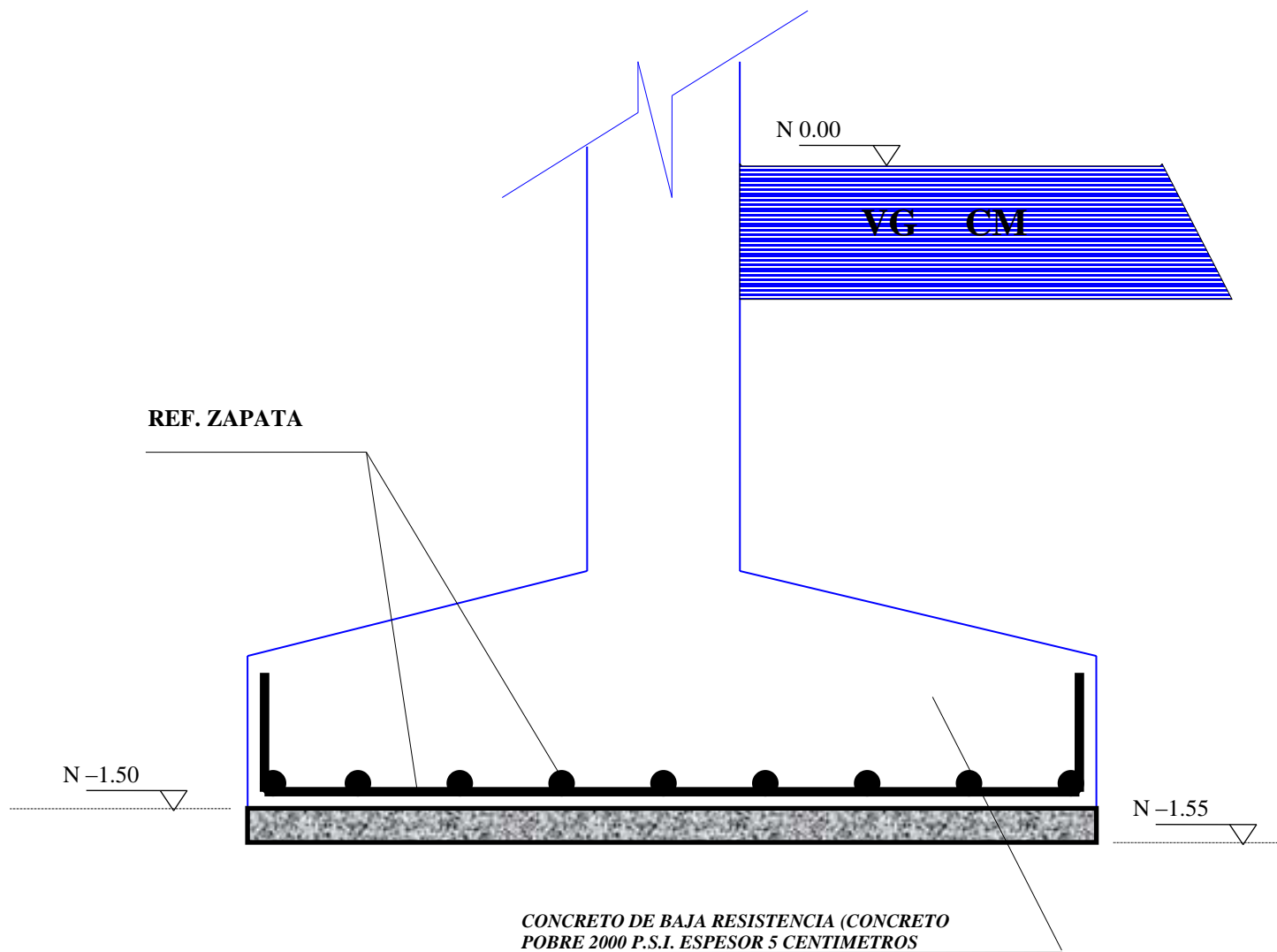
La presión admisible del suelo (q_a), será de:

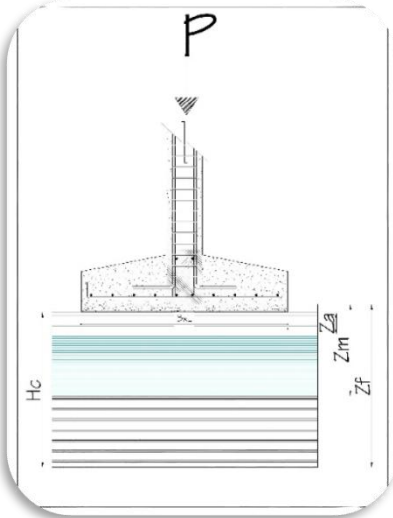
$$q_a = q_c / FS \quad q_a: \text{Capacidad portante admisible}$$

$$q_a = 332.27 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 110.76 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 111 \text{ KN / m}$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT	TESALIA	
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	1.87 ton/m ²
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m ²
	μs =	0.31
	e _o =	0.90
	qu =	12.20 ton/m ²
	Δo =	2.78 ton/m ²
	LL =	56.20%
	P =	21.00 ton
CONVENCIONES DE CALCULO INICIAL		
q =	Sobre carga al nivel de cimentacion	
B =	Ancho de la zapata	
Es =	Modulo de Elasticidad del Suelo	
μs =	Relacion de Poisson	
e _o =	Relacion de vacios	
qu =	Capacidad portante	
LL =	Limite Liquido	
Cc =	Indice de Compresion	
Cα =	Coeficiente de Consolidacion	
Δo =	Esfuerzo efectivo a la profundidad de asentamientos	
Δσ =	Incremento promedio de Presion	
P =	Maxima carga sobre columnas	
qf =	Esfuerzo neto aplicado al suelo	

CALCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS				
$H_1 = \frac{B * q}{Es} * (1 - \mu^2) * \frac{\alpha}{2}$		ESQUINA DEL CIMIENTO		
$H_2 = \frac{B * q}{Es} * (1 - \mu^2) * \alpha$		CENTRO DEL CIMIENTO		
$\alpha = \frac{1}{\pi} * \left[Ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m * Ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) \right]$				
$m = \frac{L}{B}$				
$\alpha =$	1.122	$H_1 =$	0.00131 m	1.31 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00261 m	2.61 mm
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION PRIMARIA				
$H_3 = \frac{Cc * Hc}{1 + eo} * Log \left(\frac{\Delta\sigma + \Delta\sigma}{\Delta\sigma} \right)$		$\Delta\sigma = \frac{\Delta a + \Delta m + \Delta f}{6}$		
Nivel de cimentacion		N - 1.50		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 1.50		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 6.00		
$H_c =$	4.50 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$		$q_f =$	2.33 ton/m ²	
Z_i	m_i	n_i	I_c	Δ_i
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.477
2.25	1.00	1.60	0.19546	0.456
4.50	1.00	3.00	0.20341	0.475
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		$\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$		0.23 ton/m ²		
$Cc =$		0.4158		
$H_3 =$	0.03466 m	34.66 mm		
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION SECUNDARIA				
$H_4 = C_{\alpha} * Hc * \log_{10} \left(\frac{t}{t_o} \right)$				
$C_{\alpha} =$		0.002		
$t =$		20.0 Años		
$t_o =$		7.0 Años		
$H_4 =$	0.00410 m	4.10 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento		40.07 mm		
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento		41.37 mm		

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W

CIUDAD : TESALIA, HUILA

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 2.10 m - 2.55 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.45	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.54	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.26	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	55.76	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.64	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.64 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W

CIUDAD : TESALIA, HUILA

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 2.70 m - 3.15 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	92.34	
PESO MUESTRA + PARAFINA	96.43	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.46	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	55.96	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.65	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.65 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W

CIUDAD : TESALIA, HUILA

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.45 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	97.47	
PESO MUESTRA + PARAFINA	101.56	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.26	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.07	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.65	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.65 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W

CIUDAD : TESALIA, HUILA

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	94.44	
PESO MUESTRA + PARAFINA	98.53	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	55.97	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	57.94	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.63	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.63 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W

CIUDAD : TESALIA, HUILA

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 4.20 m - 4.65 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	95.55	
PESO MUESTRA + PARAFINA	99.64	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	56.32	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.26	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.64	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.64 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W

CIUDAD : TESALIA, HUILA

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 5.10 m - 5.55 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.01	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.10	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.15	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.90	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.63	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.63 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

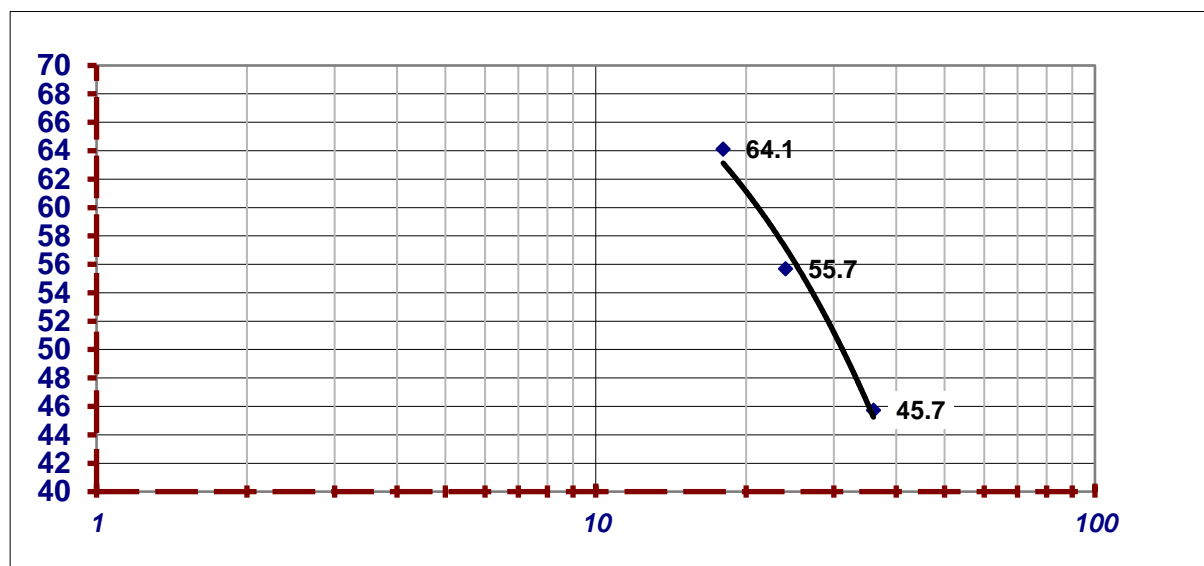
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W CIUDAD : TESALIA, HUILA
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 2.10 m - 2.55 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.20%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 25.10%
P1	46.3	49.5	49.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 31.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	45.7	55.7	64.1		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	32	14		
P1	44.8	48.6		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.5	25.7		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



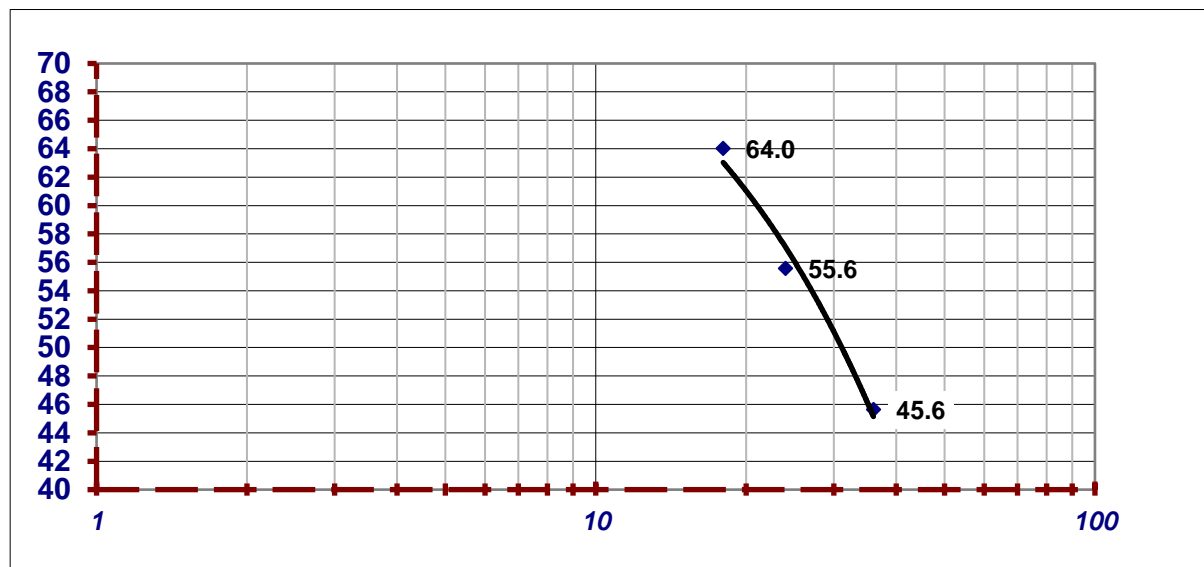
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W CIUDAD : TESALIA, HUILA
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 2.70 m - 3.15 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.10%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.90%
P1	46.3	49.5	49.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 31.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	45.6	55.6	64.0		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.8	48.6		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.3	25.5		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



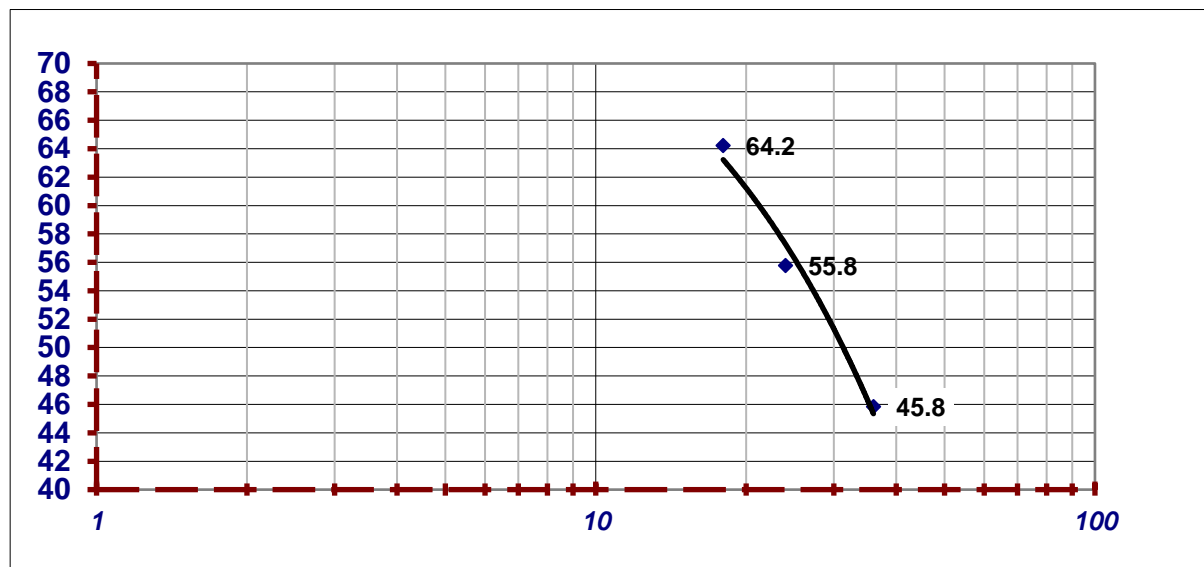
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W CIUDAD : TESALIA, HUILA
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.45 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.30%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 25.30%
P1	46.3	49.6	49.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 31.00%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	45.8	55.8	64.2		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	32	14		
P1	44.9	48.7		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.7	25.9		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



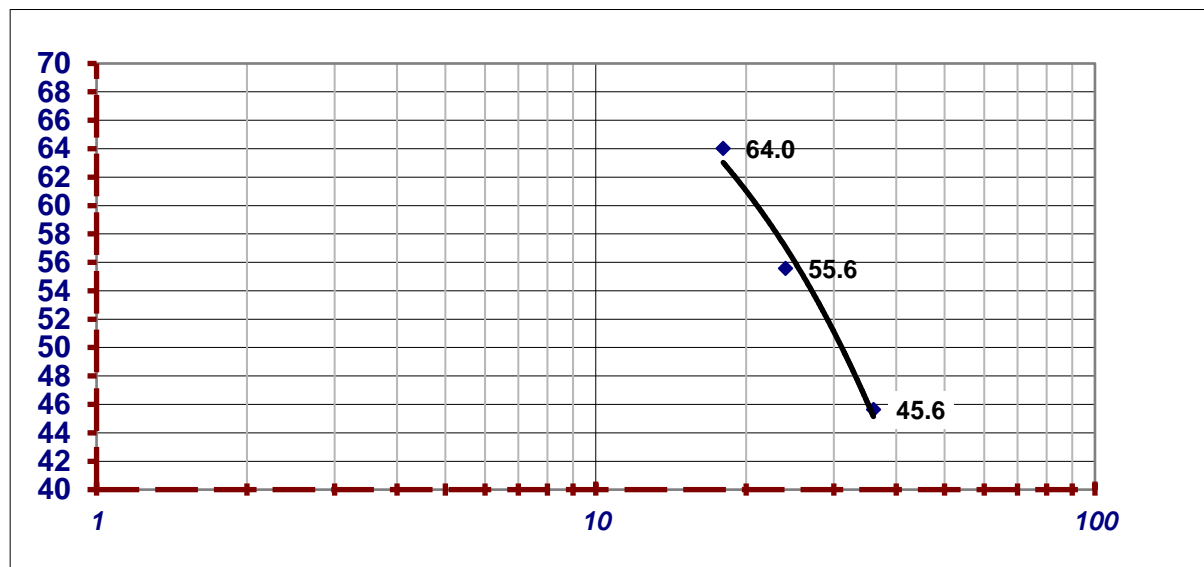
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W CIUDAD : TESALIA, HUILA
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.10%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.90%
P1	46.3	49.5	49.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 31.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	45.6	55.6	64.0		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.8	48.6		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.3	25.5		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



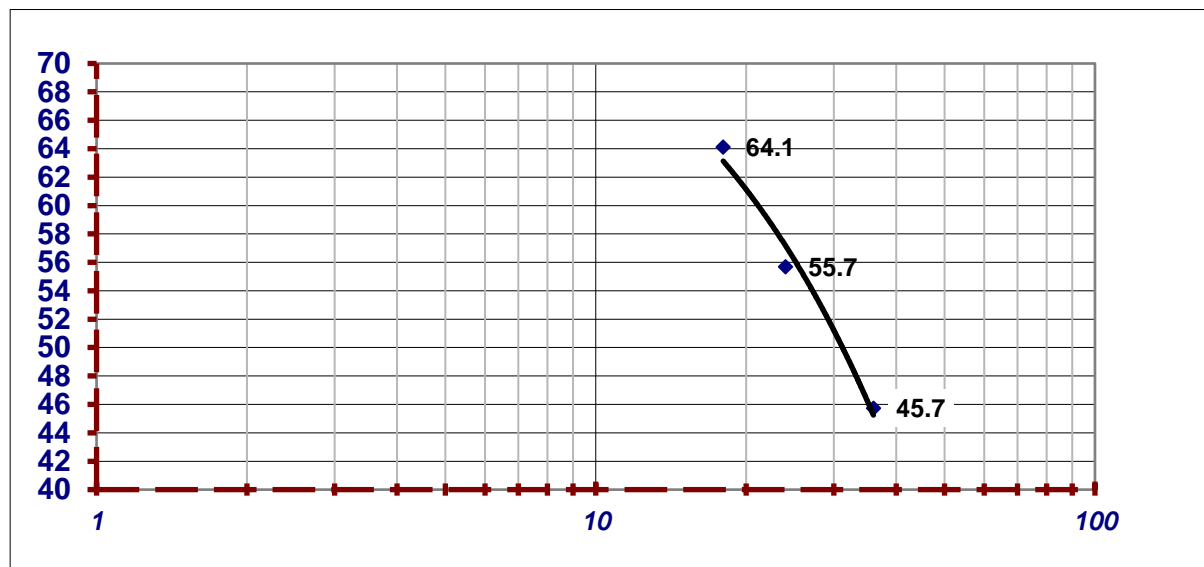
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W CIUDAD : TESALIA, HUILA
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 4.20 m - 4.65 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.20%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 25.00%
P1	46.3	49.5	49.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 31.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	45.7	55.7	64.1		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.8	48.6		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.4	25.6		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



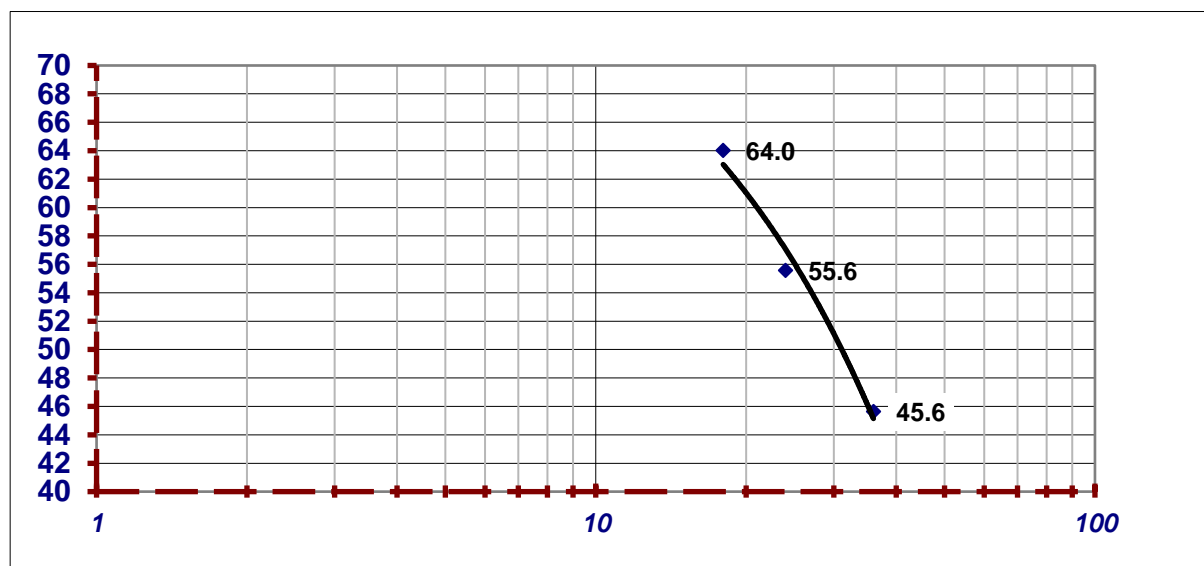
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO TESALIA, 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W CIUDAD : TESALIA, HUILA
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 5.10 m - 5.55 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.10%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 25.00%
P1	46.3	49.5	49.6		INDICE DE PLASTICIDAD= 31.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	45.6	55.6	64.0		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.8	48.6		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	24.4	25.6		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : TESALIA, HUILA 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS
 PROFUNDIDAD: 4.10 m - 4.55 m

ALTURA INICIAL H: 10.62 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.54 cm³
 PESO INICIAL Po: 367.63 g
 PESO SECO Pf: 229.07 g
 HUMEDAD W: 60.49%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.63 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

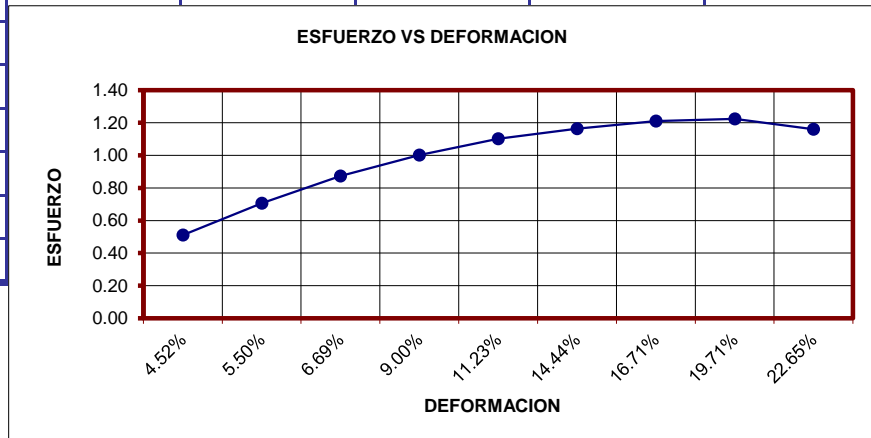
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A_o / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	4.52%	14	11.360	0.9548	22.243	0.51
86	5.50%	24	15.862	0.9450	22.474	0.71
106	6.69%	32	19.865	0.9331	22.761	0.87
146	9.00%	40	23.367	0.9100	23.338	1.00
186	11.23%	48	26.369	0.8877	23.925	1.10
226	14.44%	56	28.871	0.8556	24.822	1.16
266	16.71%	60	30.873	0.8329	25.499	1.21
326	19.71%	62	32.375	0.8029	26.452	1.22
386	22.65%	61	31.875	0.7735	27.457	1.16



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :	TESALIA, HUILA 2°30'30.38"N 75°46'12.38"W
CORRESPONDEN A :	SONDEO No. 3
DESCRIPCION:	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS
PROFUNDIDAD:	5.10 m - 5.55 m

ALTURA INICIAL H:	10.64 cm
DIAMETRO INICIAL:	5.20 cm
AREA INICIAL:	21.24 cm ²
VOLUMEN INICIAL:	225.96 cm ³
PESO INICIAL Po:	368.32 g
PESO SECO Pf:	229.07 g
HUMEDAD W:	60.79%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.63 g/cm3
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

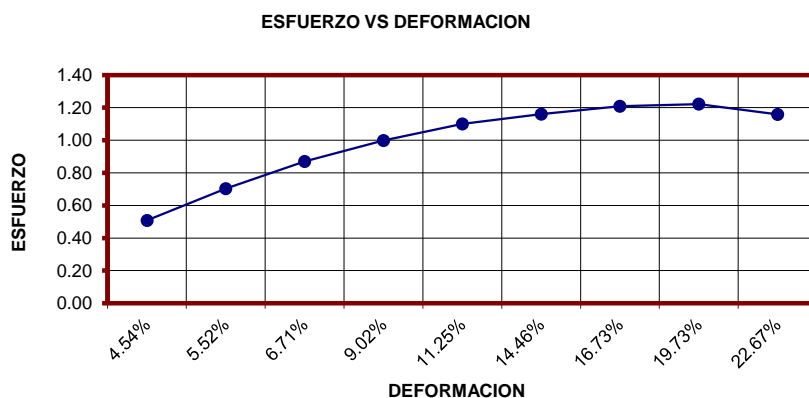
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

$$A = 100 A_0 / (100 - \% \text{ DEFORMACION})$$

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-º DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm2	kg/cm2
66	4.54%	14	11.314	0.9546	22.248	0.51
86	5.52%	24	15.816	0.9448	22.479	0.70
106	6.71%	32	19.818	0.9329	22.765	0.87
146	9.02%	40	23.320	0.9098	23.343	1.00
186	11.25%	48	26.323	0.8875	23.930	1.10
226	14.46%	56	28.825	0.8554	24.827	1.16
266	16.73%	60	30.827	0.8327	25.505	1.21
326	19.73%	62	32.329	0.8027	26.458	1.22
386	22.67%	61	31.829	0.7733	27.464	1.16



INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN.



SONDEOS











