

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
7° 4' 58.06" NORTE, 70° 45' 20.77" OESTE
ARAUCA, ARAUCA

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 - PROYECTO DE EXPANSIÓN
DE LA RED DE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE
FASE IV
7° 4' 58.06'' NORTE, 70° 45' 20.77'' OESTE
ARAUCA, ARAUCA**

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 Arauca - Arauca, dentro de las instalaciones de Telefónica - Telecom centro, en la Carrera 18 con Calle 18 esquina, en la cabecera municipal.*

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

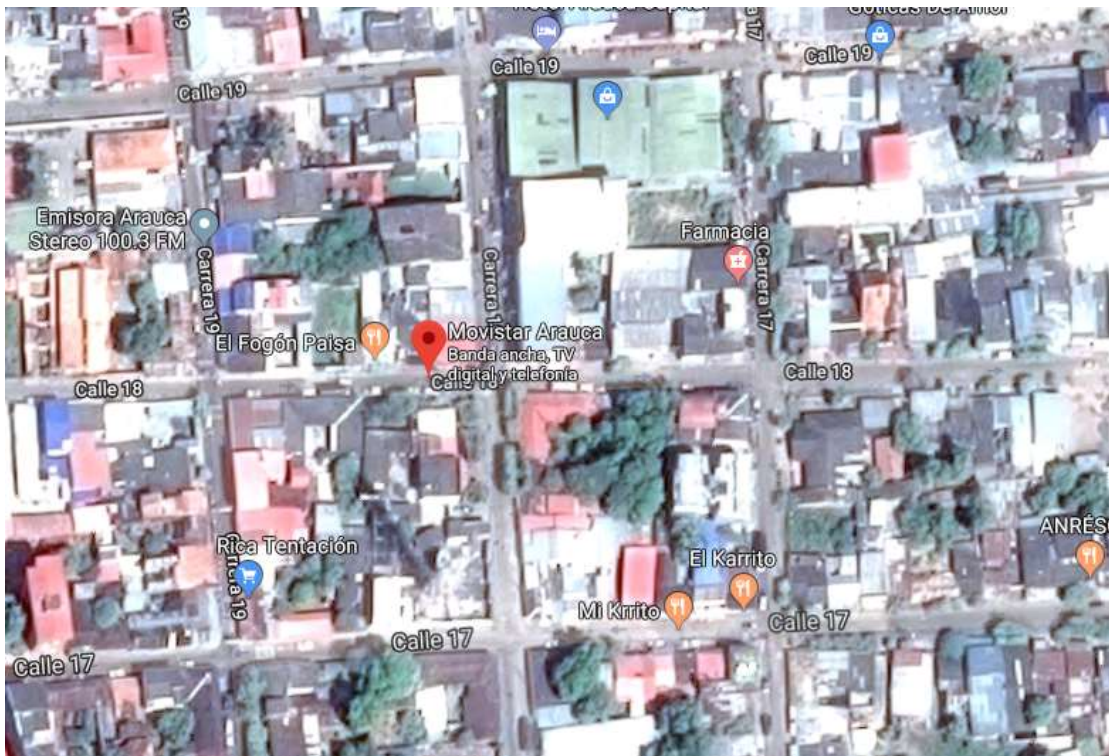
- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

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 Arauca - Arauca, dentro de las instalaciones de Telefónica - Telecom centro, en la Carrera 18 # 18 - 19 esquina, en las siguientes coordenadas:

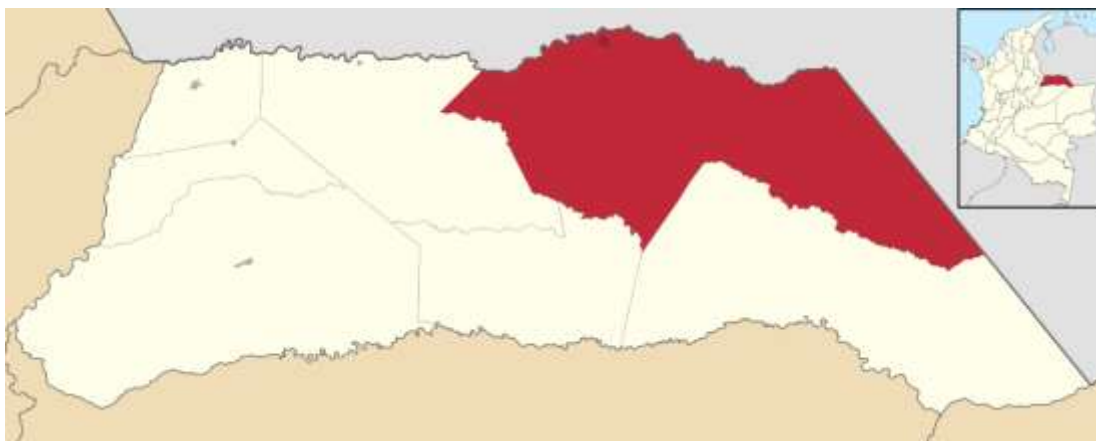
7° 4' 58.06'' Norte, 70° 45' 20.77'' Oeste



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio de Arauca es el municipio capital del departamento de Arauca. Está localizado sobre el margen sur del río que lleva el mismo nombre, en el extremo nordeste del territorio nacional, en el norte de la región de la Orinoquía Colombiana, Limita con la República de Venezuela al norte, con la cual se conecta mediante el Puente Internacional José Antonio Páez, por el Sur con el Municipio de Cravo Norte y Puerto Rondón, por el Oriente con la República de Venezuela, por el Occidente con los Municipios de Arauquita y Tame.



Se comunica por vía terrestre hacia el centro de Colombia mediante la Ruta de los Libertadores que une a las ciudades de Caracas y Bogotá, y que comunica los departamentos de Casanare y Arauca, pasando por Tame; del municipio de

Arauca salen 3 vías que conducen al centro del departamento, a Cravo Norte y a la República de Venezuela; además cuenta con el Aeropuerto Santiago Pérez Quiroz.

El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 125m, la temperatura promedio es de 27°C.

El proyecto se encuentra dentro del Casco Urbano, dentro de las instalaciones de Telefónica - Telecom centro.

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

La topografía del Lote es plana, y ya existen diferentes construcciones.

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 - 0.10 m Placa de concreto

De 0.10 - 0.40 m Relleno heterogeneos

De 0.40 - 2.00m Limo carmelito oscuro
oxidado.

De 2.00 - 6.00m Limo arenoso carmelito
oscuro de baja densidad

El manto de Limo carmelito, es de plasticidad media, con limite liquido de 59.60 %, el índice de plasticidad es de 26.20. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.21kg. /cm², indicando un estrato de consistencia blanda.

El manto de Limo arenoso carmelito oscuro de baja densidad, es de plasticidad media, con limite liquido de 46.80%, el índice de plasticidad es de 23.1. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.32kg. /cm², indicando un estrato de consistencia blanda.

El nivel freático detectó durante la ejecución de los sondeos a -1.10m.

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 stratigráfico 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 2.05 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 de las muestras tomadas con el tubo de pared delgada o tubo Shelby, y el perfil del subsuelo obtenidos de los sondeos ejecutados a lo largo del lineamiento, se encontraron los parámetros geomecánicas de resistencia, y se estableció el estrato en el cual se dan los mejores parámetros para poder cimentar.

El muestreador es un tubo de acero o latón de diámetro exterior variable entre 50.8 y 127.0 mm, de espesor máximo de 1.5mm y longitud entre 80cm y 1m; y poseen un extremo afilado.

En el momento de muestrear, el tubo debe ser hincado en el suelo hasta alcanzar el punto de rechazo o hasta que se encuentre lleno. Una vez que se ha obtenido la muestra, el tubo de pared delgada es desconectado de la cabeza. Este tipo de muestreador se utiliza principalmente en suelos cohesivos y blandos o semiduros, sin importar que se localicen encima o debajo del nivel freático.

Cuando se trata de investigar suelos profundos se une a barras perforadoras que se ensamblan al tubo Shelby, una vez obtenida se envía al laboratorio para su análisis; algunos estudios realizados pueden ser:

- *Estratigrafía del sitio.*
- *Análisis del estrato que forma un suelo para su clasificación geotécnica.*

- *Resistencia a la permeabilidad, compresibilidad y el esfuerzo de los estratos que forman el suelo.*
- *Análisis de la consistencia o capacidad relativa de algún tipo de estrato*

Usando estos resultados, se pueden hacer estimativos de parámetros de resistencia del suelo portante, que, aunque no son rigurosos, son aproximados y útiles.

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 Shelby, así como con barreno, dependiendo del tipo de perfil.

Se emplearon los siguientes parámetros de cálculo:

- *Suelo portante de comportamiento principalmente cohesivo.*
- *Resistencia del suelo a la compresión inconfiada de 1.21 kg./cm²*
- *Peso unitario del suelo 15.2 KN/m³*

Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 123 KN/m²; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.

RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	2.05 (m)
<i>Estrato portante</i>	Limo arenoso carmelito oscuro de baja densidad
<i>Capacidad portante</i>	12.3 (t/m ²)
<i>Módulo de reacción K</i>	1479.84 (t/m ³)
<i>Angulo de fricción φ</i>	26°
<i>Peso unitario γ</i>	1.68 (gr/cm ³)
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	0.39

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.

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

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

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

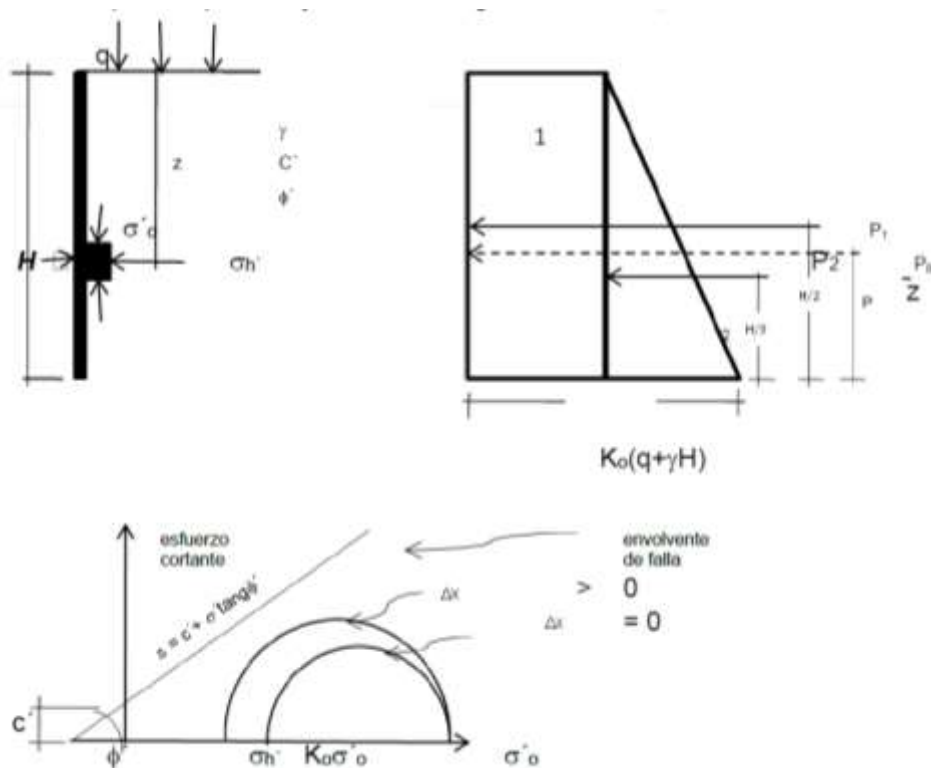
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

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

$S_u = C$	65.88 KN/m ²
q_c	369.96 KN/m ²
q_a	123 KN/m ²
q	31.34 KN/m ²

DISEÑO

S_{ud}	17.89 KN/m ²	
F_{SBU}	3.68 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

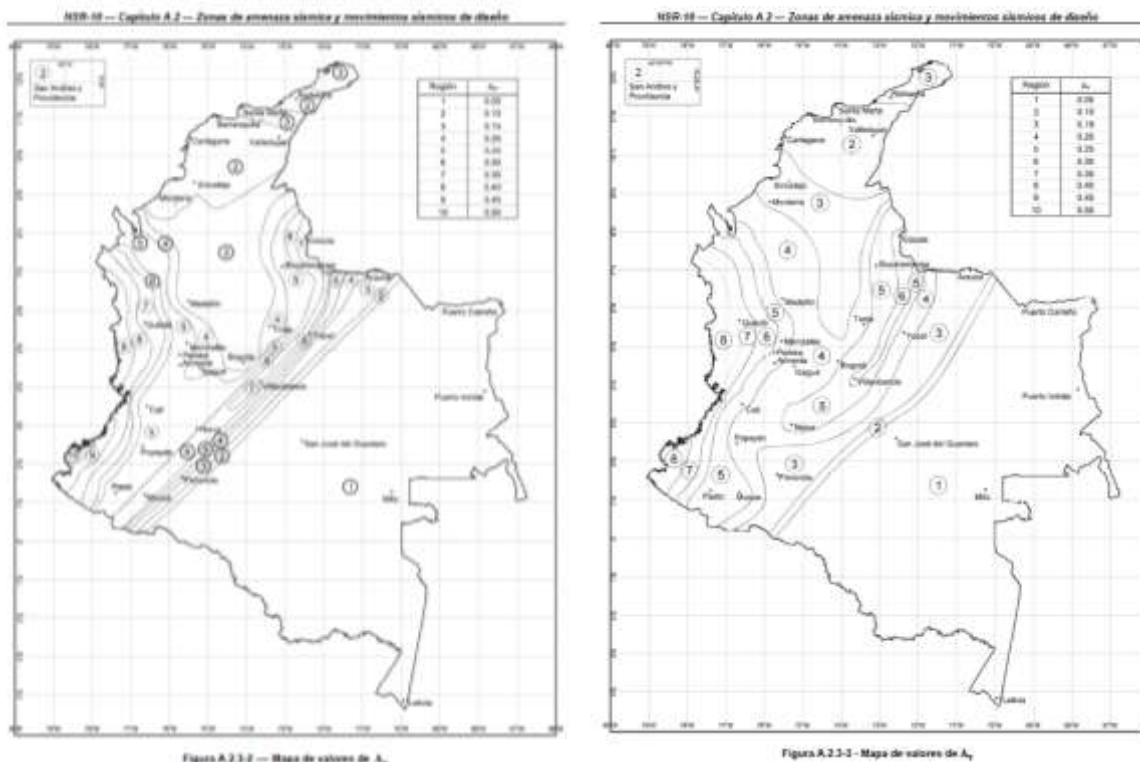
FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:

3.68

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 Arauca se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Media, 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 0.15 y el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva A_v esperado es de 0.15. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.50$, $F_v = 2.20$, $T_c = 0.70$, $T_L = 5.28$ y $T_0 = 0.15$.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas 7° 4' 58.06'' Norte, 70° 45' 20.77'' Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Arauca, departamento de Arauca.
- 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 2.00 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 un Limo Arenoso Carmelito Oscuro De Baja Densidad.

- *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 123 KN/m².*

- *El Municipio de Arauca se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico medio; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico A_a esperado es de 0.15 y $A_v = 0.15$. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.50$, $F_v = 2.20$, $T_c = 0.70$, $T_L = 5.28$ y $T_0 = 0.15$.*
- *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 2.05 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.*
- *Cuando se realicen las excavaciones se recomienda tener una motobomba para drenar el agua, puesto que la cimentación se fundirá por debajo del nivel freático; dicha motobomba deberá contar con una vía de desagüe apropiada.*
- *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:

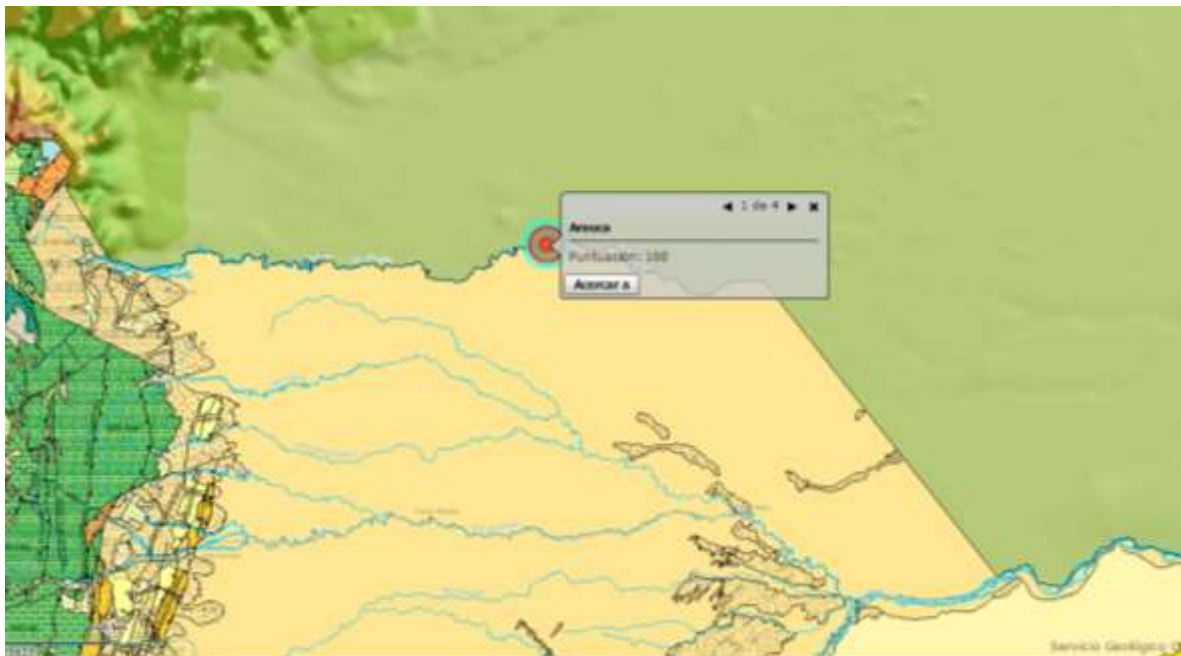
TAMIZ	%PASA
2 1/2"	100
2"	75 - 100
1"	50 - 80
Nº 4	20 - 50
Nº 200	0 - 20

- 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



La superficie del Departamento de Arauca comprende formaciones geológicas del período cuaternario, el cual se divide en el Pleistoceno, comprendido 1.000.000 a más o menos 10.000 años AP. (Ante presente), el Holoceno desde más o menos 10.000 AP. Al principio del Pleistoceno se depositó un vasto manto de sedimentos aluviales.

En el pleistoceno antiguo unos kilómetros al Este sufrió un hundimiento en los Llanos Orientales afectando la región de Arauca y Casanare.

Hay indicios que el hundimiento del pleistoceno en Arauca y Casanare continúa hoy en día en grado ligero.

Desde hace algunos años el río Arauca se divide en dos en el sitio del Bayonero. El agua desviada hacia el Suroeste inunda grandes zonas que localmente se conocen como "raudaes".

Evidentemente hay una depresión en el centro de la Intendencia a nivel más bajo que el río Arauca. Es posible de que el río Arauca por sedimentación en sus orillas y su lecho elevado por encima del terreno y que el desvío del Bayonero es la consecuencia de éste desnivel, pero parece más lógico suponer la continuación del hundimiento tectónico, también porque la actual depresión en Arauca coincide con el centro del hundimiento del Pleistoceno.

GEOMORFOLOGIA

La topografía de casi todo el territorio de la Intendencia corresponde a la gran planicie o llanos de la Región Natural Colombo-Venezolana denominada Orinoquia, a excepción del pie de monte andino de la Cordillera Oriental (Sierra

Nevada de Chita o Güicán) en Boyacá y la zona correspondiente a los páramos de Santander.

El relieve del departamento de Arauca, está constituido por tres conjuntos morfológicos; la cordillera Oriental, el piedemonte y la llanura aluvial. La cordillera Oriental en el occidente, representa aproximadamente la quinta parte de la superficie departamental y comprende elevaciones desde los 500 m en límites con el piedemonte, hasta los 5.380 m en la Sierra Nevada del Cocuy; se caracteriza por las altas montañas, páramos cubiertos por pajonales y frailejones, pendientes abruptas, fuertemente disectadas y vertientes bajas con bosque subandino.

La formación orográfica más destacada es la Sierra Nevada del Cocuy, la cual tiene entre sus accidentes más notables los cerros de La Plaza, La Piedra El Diamante, Los Altos, Nievecitas y Los Osos, y las cuchillas (Altos) Altamira y El Salitre. El área de piedemonte está conformada por conos, abanicos aluviales y terrazas de relieve plano a inclinado, cubierta vegetación de sabana y bosque ecuatorial. Por último, la llanura aluvial que se extiende desde el

pie demonte hasta los límites con la República de Venezuela, el modelado es de terrazas y llanuras aluviales de desborde cubierta por vegetación de sabana inundable y por bosque de galería en las vegas de los ríos y caños.

El Municipio está ubicado en la Región de la Orinoquia, caracterizado por una topografía plana típica de la llanura, con preponderancia de la sabana y con escasas apariciones de bosques de galería y matas de monte. Las alturas no superan los 125 metros sobre el nivel del mar. El paisaje geomorfológico es el de llanura. El recurso hídrico es abundante durante la época de invierno y escasea dramáticamente en tiempo del verano.

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.

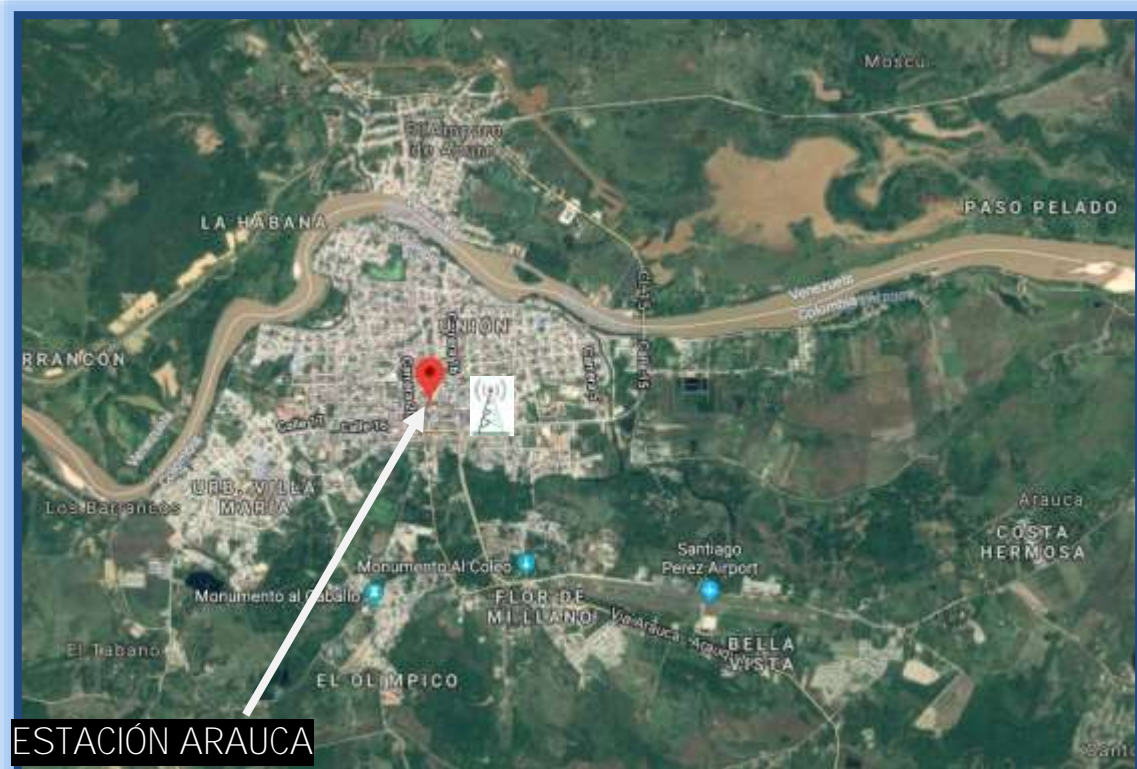
Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.

LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL

LOCALIZACION REGIONAL

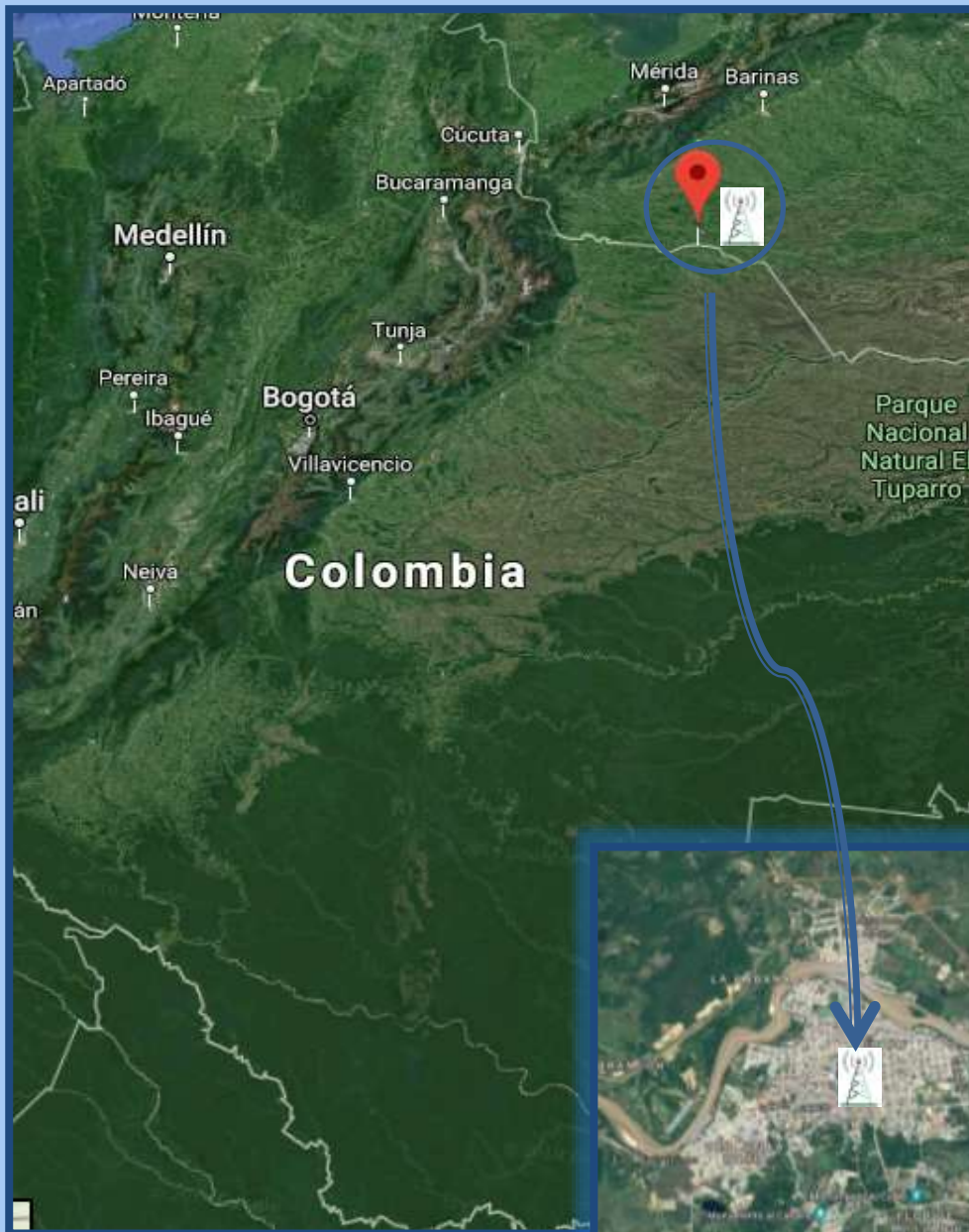


LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN ARAUCA

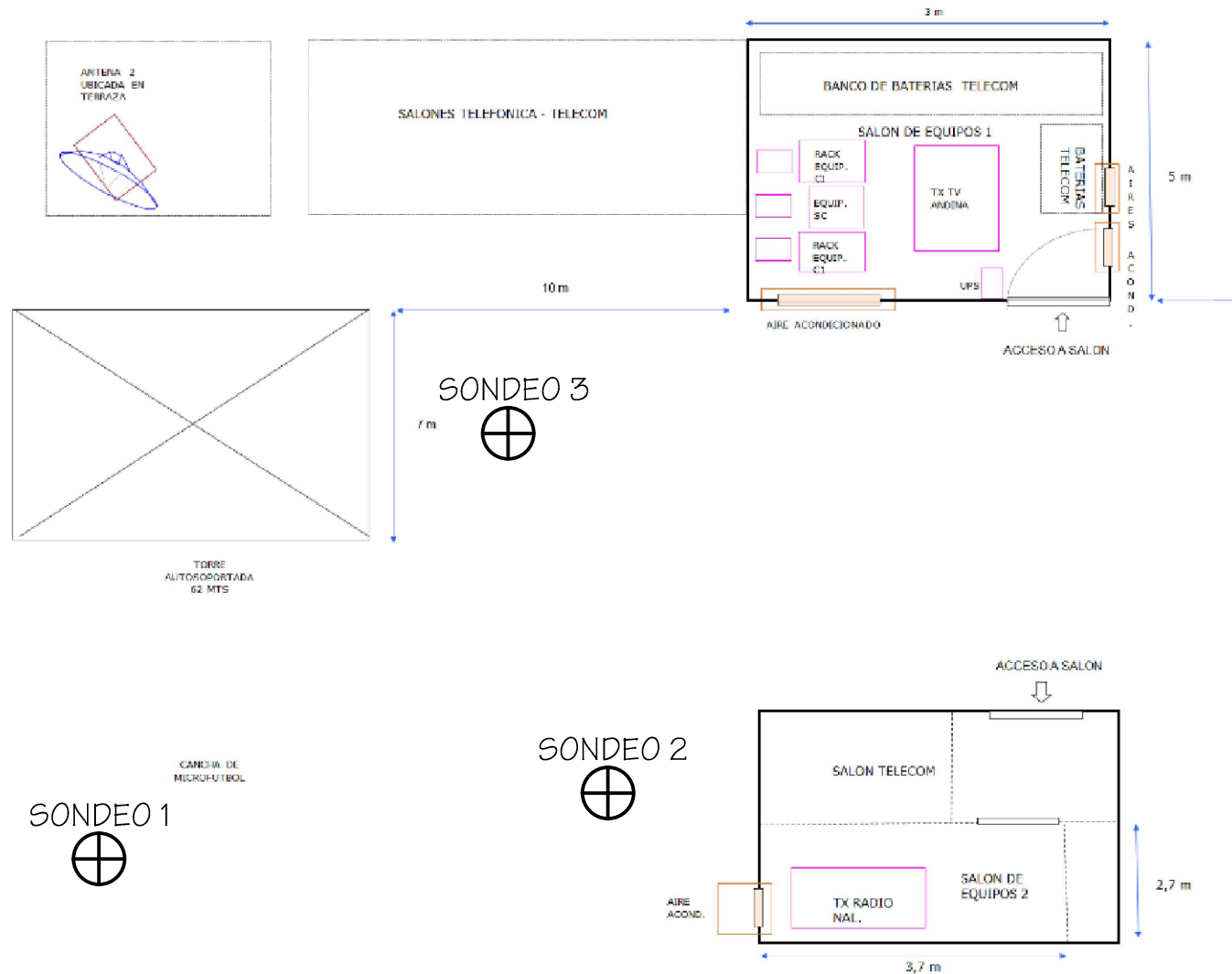
7°4'58.06"N 70°45'20.77"W



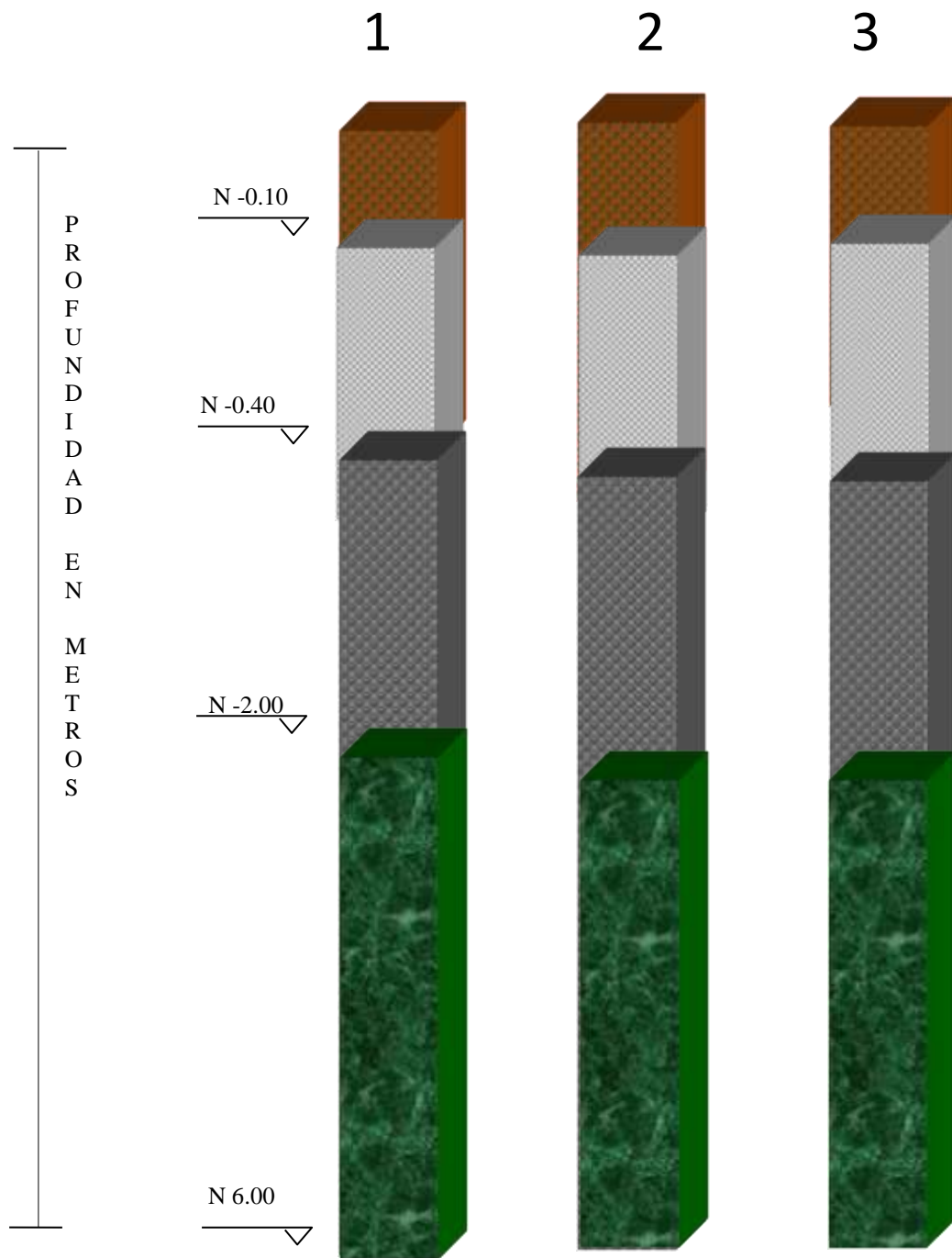
LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

LOCALIZACION DE SONDEOS

ESQUEMA DE SONDEOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO



CONVENCIONES



PLACA DE CONCRETO.



RELLENOS HETEROGENEOS.



LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO.



LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD.

CLIENTE			LOCALIZACION			PROYECTO			TORRE AMPLIACION TDT					
ARAUCA, ARAUCA			FECHA			jun-18								
SONDEO 1			7°4'58.06"N 70°45'20.77"W											
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION						PENETROMETRO DE BOLSILLO		
				TIPO		W _n	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-0.10	PLACA DE CONCRETO											
		0.10-0.40	RELLENOS HETEROGENEOS											
		0.40-2.00m	LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO	IS		59.60	26.20	1.52				1.20	1.21	
		2.00-6.00m	LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD	IS		46.80	23.10	1.56				1.30	1.31	
				TS		46.70	23.20	1.55				1.32	1.30	

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			ARAUCA, ARAUCA			FECHA			jun-18					
SONDEO 2			7°4'58.06"N 70°45'20.77"W											
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
		0.00-0.10	PLACA DE CONCRETO											
		0.10-0.40	RELLENOS HETEROGENEOS											
1m		0.40-2.00m	LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO	TS		59.70	26.10	1.51					1.21	1.22
2m														
3m														
4m		2.00-6.00m	LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD	TS		46.60	23.00	1.57					1.32	1.33
5m				IS		46.80	23.30	1.57					1.30	1.34
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		

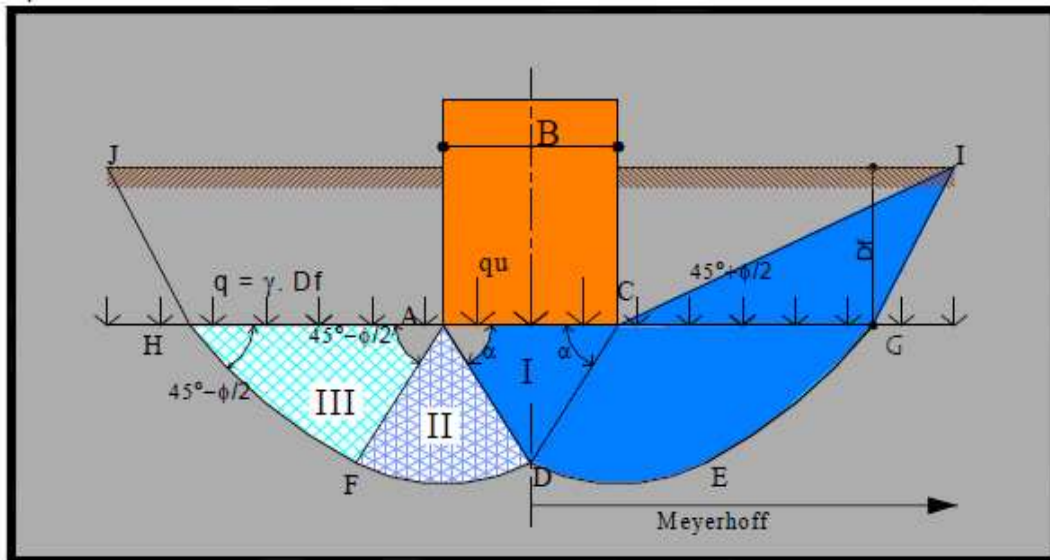
CLIENTE			LOCALIZACION			PROYECTO			TORRE AMPLIACION TDT					
ARAUCA, ARAUCA			FECHA			jun-18								
SONDEO 3			7°4'58.06"N 70°45'20.77"W											
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION						PENETROMETRO DE BOLSILLO		
				TIPO		W _n	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-0.10	PLACA DE CONCRETO											
		0.10-0.40	RELLENOS HETEROGENEOS											
1m		0.40-2.00m	LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO	TS		59.50	26.30	153				1.20	1.21	
2m														
3m		2.00-6.00m	LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD	TS		46.70	23.10	156				1.33	1.32	
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		

MEMORIA DE CALCULOS

CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga será según TERZAGHI:



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

q_c : Capacidad de carga

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

C : Cohesión

2

N_c, N_q, N_γ : Factores de

capacidad de carga de

Terzaghi en función de ϕ

ϕ = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 65.88 \text{ KN/m}^2$$

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 –2.05 metros del nivel actual o sea en la capa de limo arenoso carmelito oscuro de baja densidad.

La sobrecarga será:

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (0.10*24) + (0.30*12.80) + (1.6*15.20) + (0.05*15.60)$$

Df : Profundidad de
Cimentación

$$q = 31.34 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2 : \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

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

$$q_c = 369.96 \text{ KN / m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

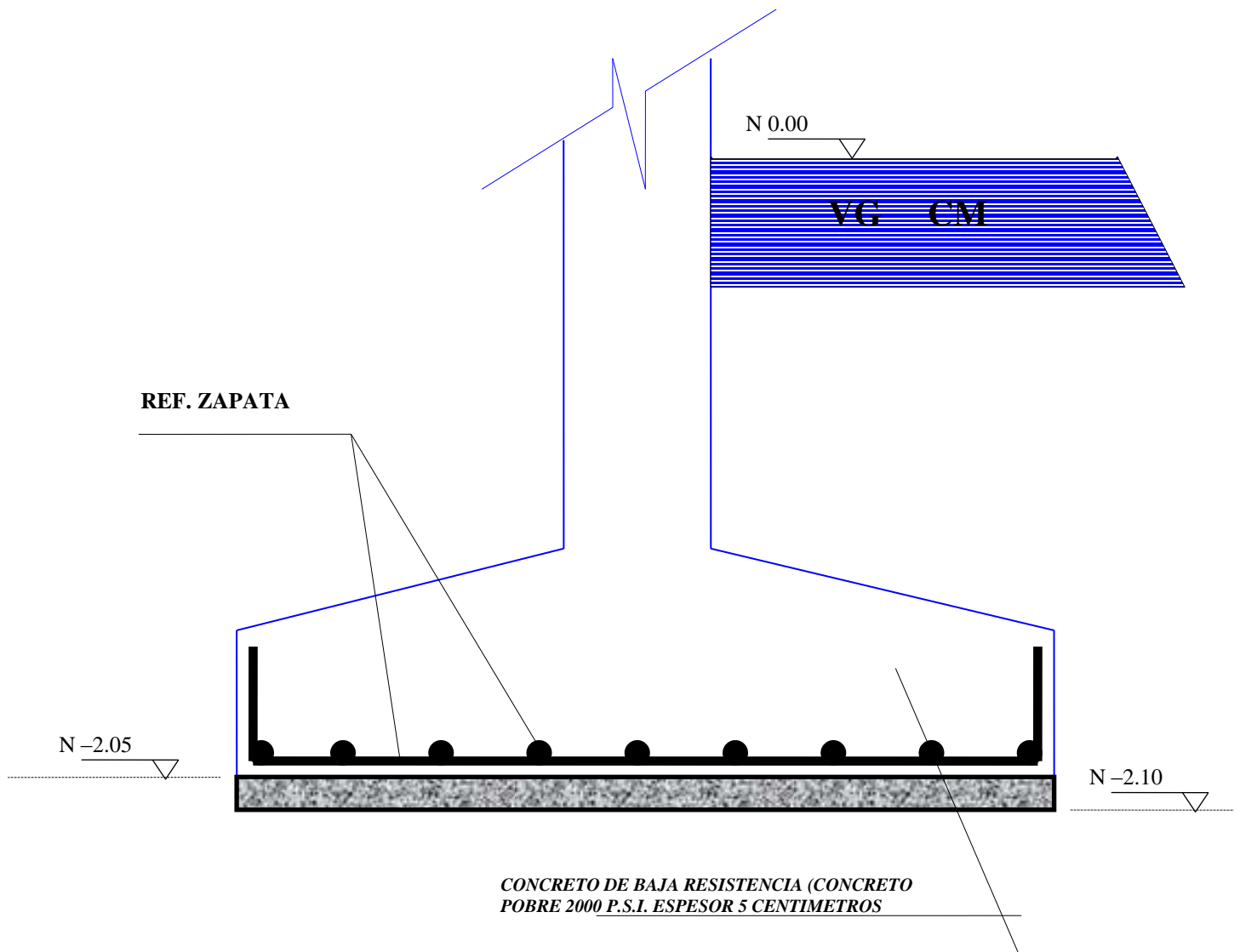
La presión admisible del suelo (q_a), será de:

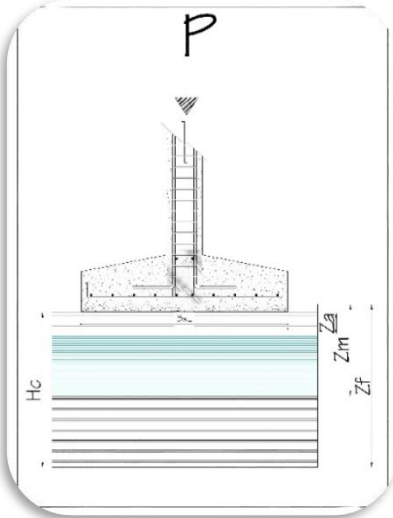
$$q_a = q_c / FS \quad q_a: \text{Capacidad portante admisible}$$

$$q_a = 369.96 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 123.32 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 123 \text{ KN / m}$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT		ARAUCA
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	3.13 ton/m ²
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m ²
	μs =	0.22
	e _o =	0.93
	qu =	12.30 ton/m ²
	Δo =	2.78 ton/m ²
	LL =	46.80%
	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	$H_1 =$	0.00230 m	2.30 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00460 m	4.60 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 - 2.05		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 2.05		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 6.00		
$H_c =$	3.95 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
1.98	1.00	1.40	0.19139	0.447
3.95	1.00	2.50	0.20236	0.472
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		VER TABLA ANEXA $\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$	0.23 ton/m ²			
$C_c =$	0.3312			
$H_3 =$	0.02366 m	23.66 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	Tiempo de consolidacion total proyectada		
$t_o =$	7.0 Años	Tiempo de partida consolidacion secundaria		
$H_4 =$	0.00360 m	3.60 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento		29.56 mm		
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento		31.87 mm		

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO

PROFUNDIDAD : 0.70 m - 1.15 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.)	59.24	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	60.16	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.52	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.52 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO

PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.45 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.)	60.50	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	61.15	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.51	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.51 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO

PROFUNDIDAD : 1.40 m - 1.80 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.44	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.53	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	58.71	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.76	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.53	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.53 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD

PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.45 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.50	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.59	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.20	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.65	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.56	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.56 gr / cm ³
------------------------	---------------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD

PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.45 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.)	58.37	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.57	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.55	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.55 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDIDAD 3.50 m - 3.95 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.)	56.65	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.25	
DENSIDAD (gr / cm ³)	1.57	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.57 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD

PROFUNDIDAD : 4.50 m - 4.95 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.)	56.65	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.25	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.57	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.57 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD

PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.45 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.36	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.45	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.09	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.56	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.56	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.56 gr / cm³
------------------------	---------------------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W

CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA

DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD

PROFUNDIDAD : 5.30 m - 5.75 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.40	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.49	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.63	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.97	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.55	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.55 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

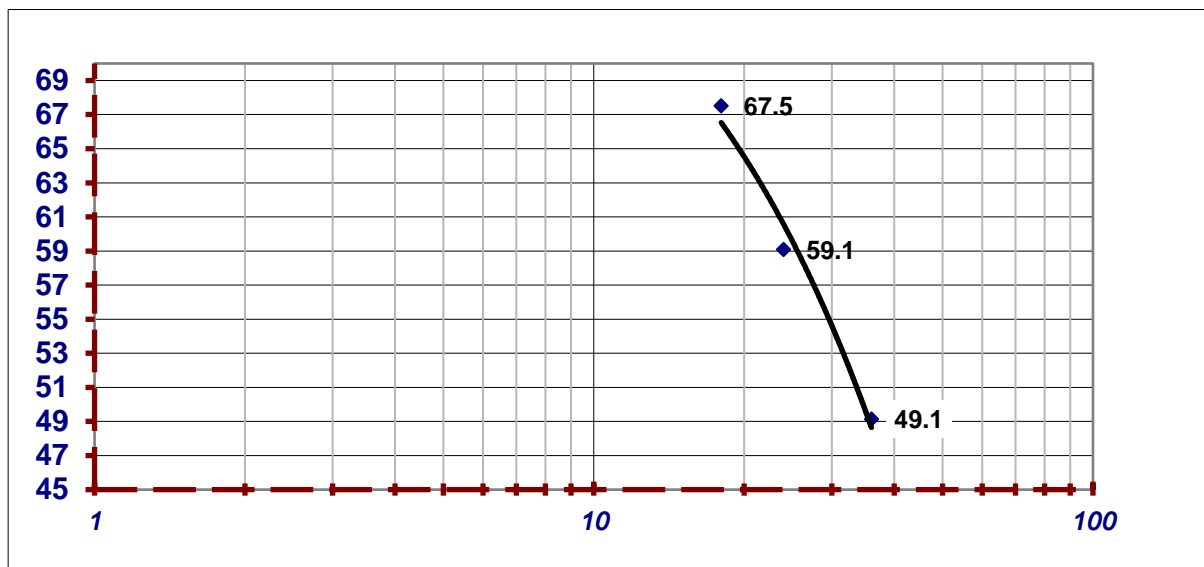
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO PROFUNDIDAD : 0.70 m - 1.15 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 59.60%
Vidrio No.	28	41	17		LIMITE PLASTICO = 33.40%
P1	47.1	50.3	50.4		INDICE DE PLASTICIDAD= 26.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	49.1	59.1	67.5		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	40	22		
P1	47.0	50.8		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	32.8	34		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



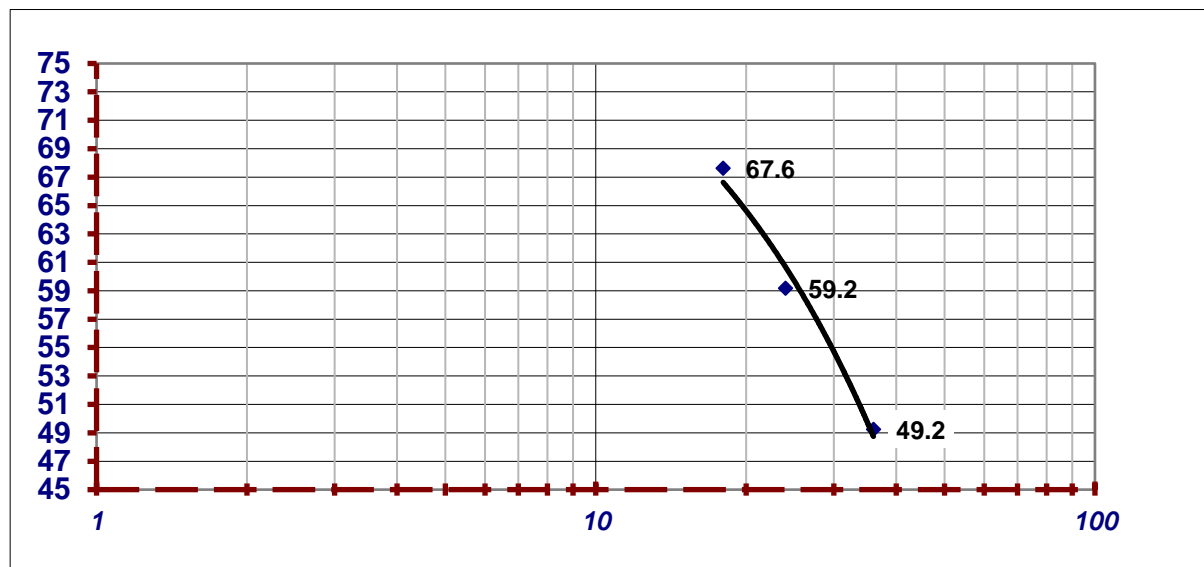
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO PROFUNDIDAD : 1.00 m - 1.45 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 59.70%
Vidrio No.	28	41	17		LIMITE PLASTICO = 33.60%
P1	47.1	50.3	50.4		INDICE DE PLASTICIDAD= 26.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	49.2	59.2	67.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	40	22		
P1	47.0	50.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	33	34.2		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



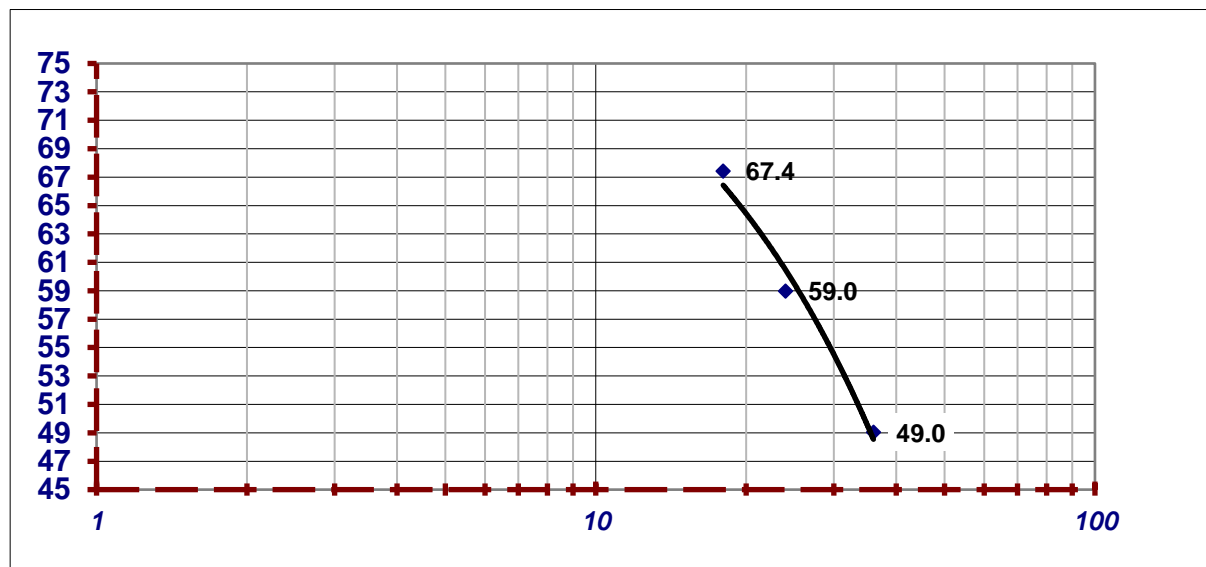
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO PROFUNDIDAD : 1.40 m - 1.80 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 59.50%
Vidrio No.	28	41	17		LIMITE PLASTICO = 33.20%
P1	47.1	50.3	50.3		INDICE DE PLASTICIDAD= 26.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	49.0	59.0	67.4		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	40	22		
P1	46.9	50.8		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	32.6	33.8		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



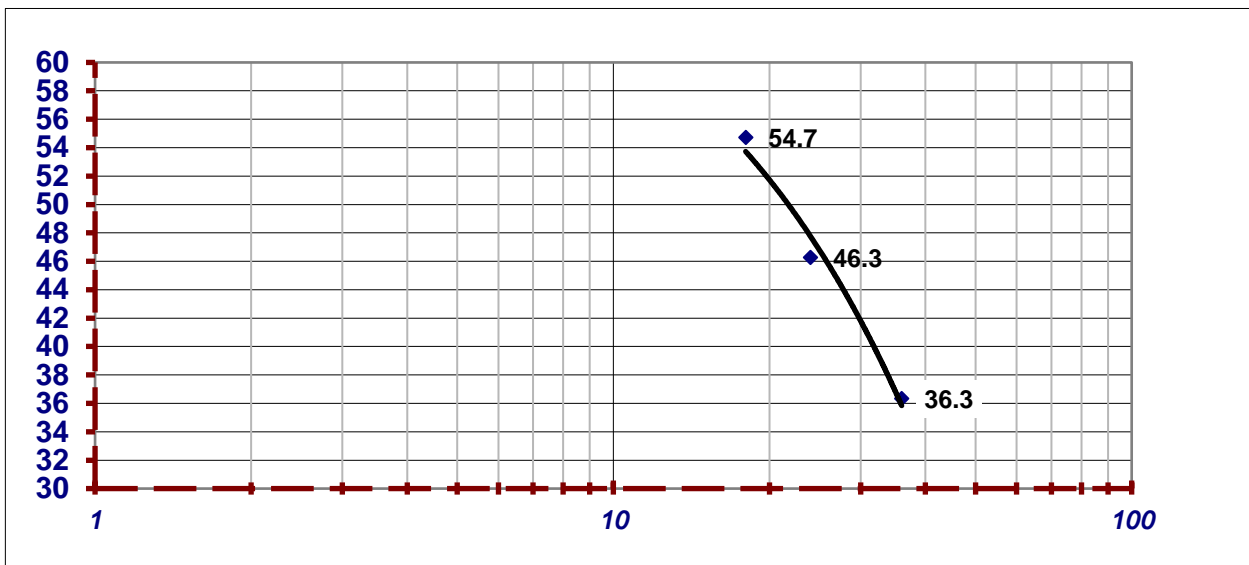
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDID. 3.00 m - 3.45 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.80%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 23.70%
P1	44.0	47.3	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD 23.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.3	46.3	54.7		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	30	12		
P1	44.5	48.3		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.1	24.3		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



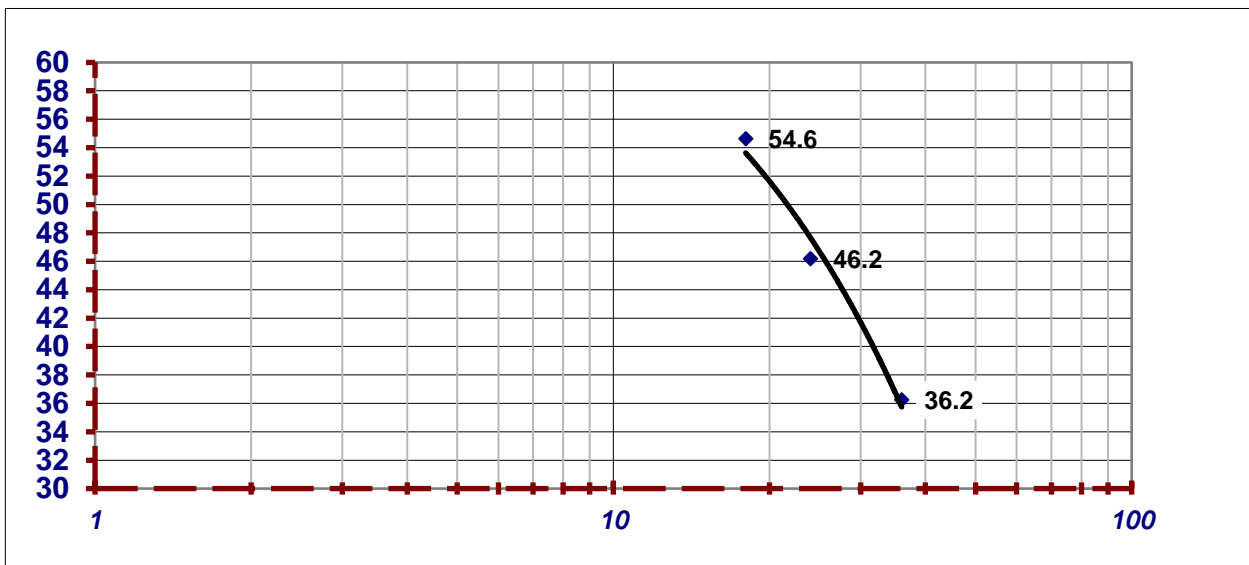
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDID. 4.00 m - 4.45 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.70%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 23.50%
P1	44.0	47.3	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD 23.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.2	46.2	54.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	30	12		
P1	44.4	48.2		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	22.9	24.1		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



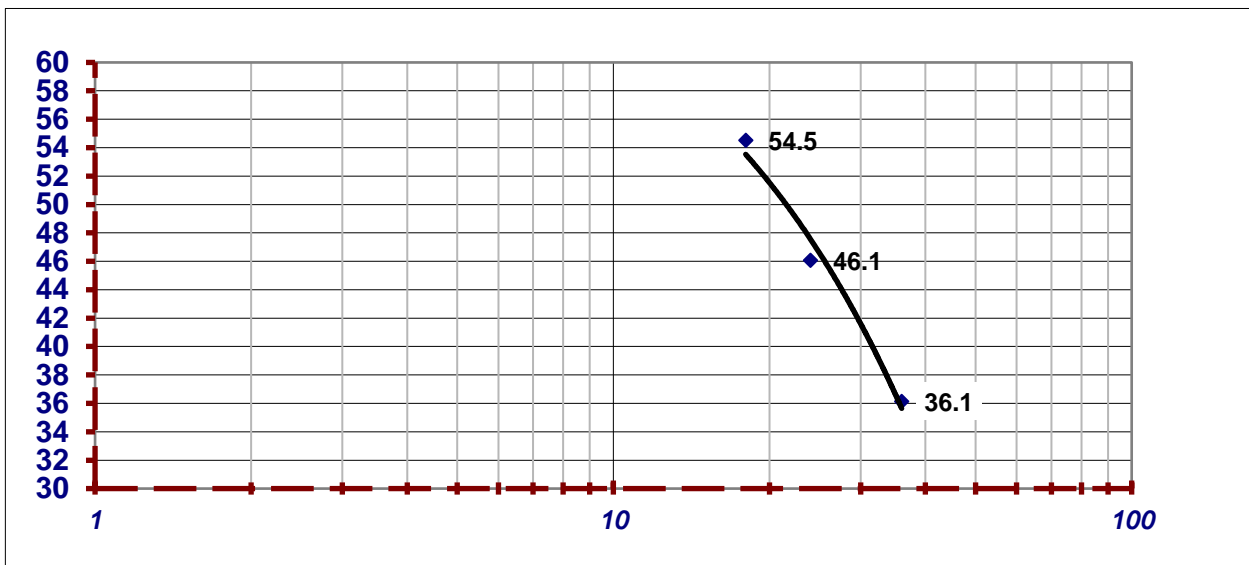
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDID. 3.50 m - 3.95 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.60%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 27.40%
P1	44.0	47.3	47.3		INDICE DE PLASTICIDAD 23.00%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.1	46.1	54.5		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	34	16		
P1	45.4	49.2		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	26.8	28		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



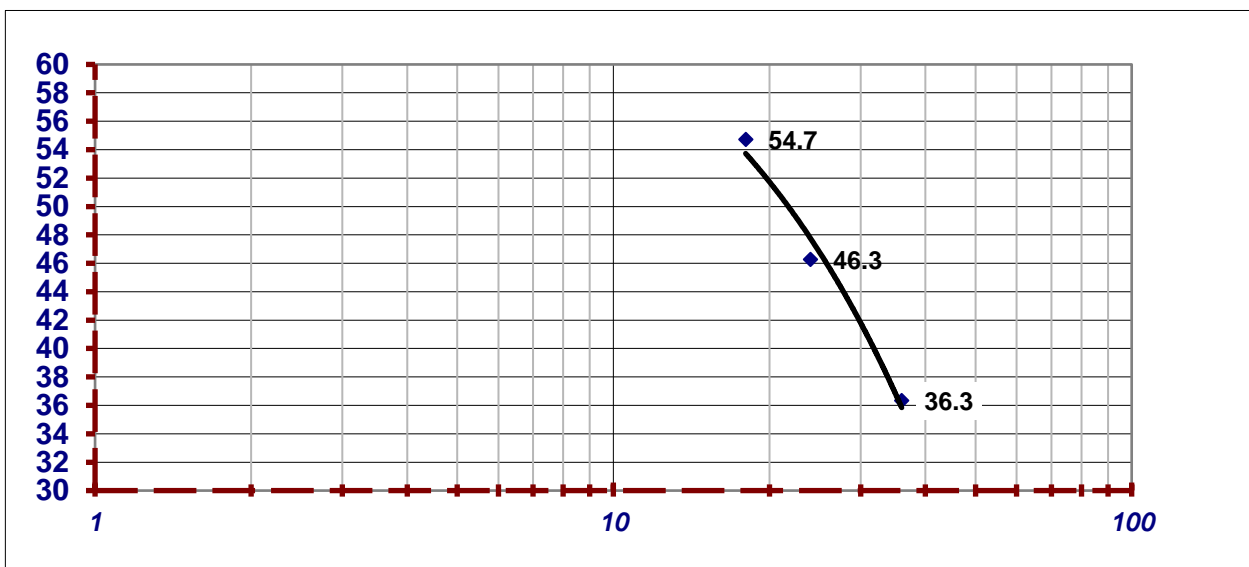
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDID. 4.50 m - 4.95 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.80%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 23.50%
P1	44.0	47.3	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD 23.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.3	46.3	54.7		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	30	12		
P1	44.4	48.2		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	22.9	24.1		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



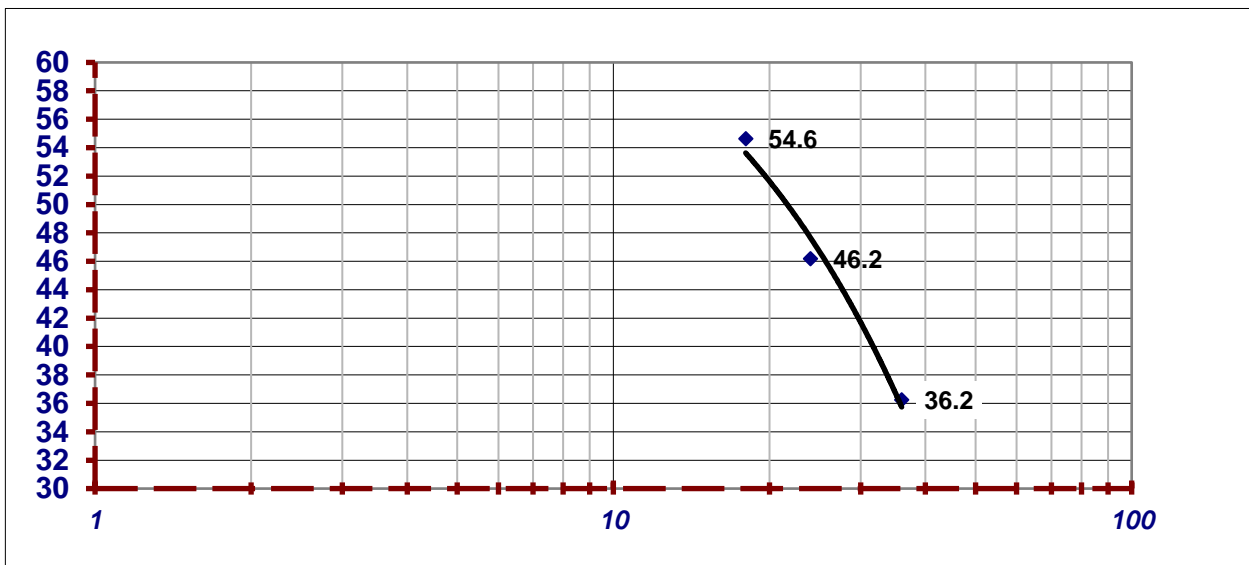
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDID. 4.00 m - 4.45 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.70%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 23.60%
P1	44.0	47.3	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD 23.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.2	46.2	54.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	30	12		
P1	44.4	48.2		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23	24.2		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



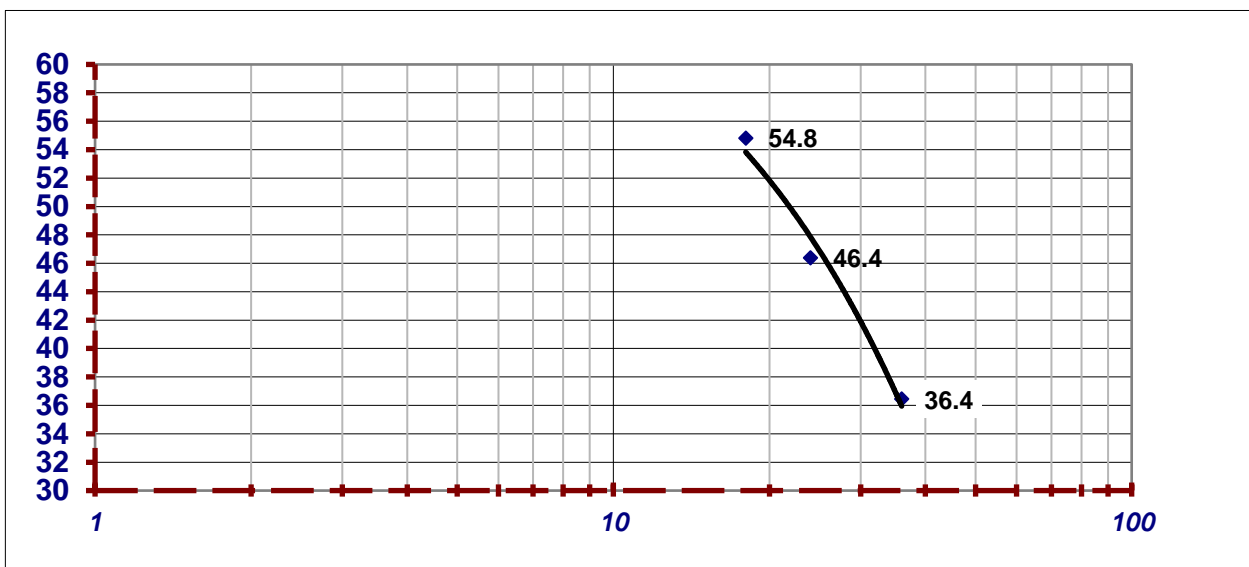
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
 DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD PROFUNDID. 5.30 m - 5.75 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 46.90%
Vidrio No.	15	28	4		LIMITE PLASTICO = 23.70%
P1	44.1	47.4	47.4		INDICE DE PLASTICIDAD 23.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	36.4	46.4	54.8		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	30	12		
P1	44.5	48.3		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.1	24.3		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

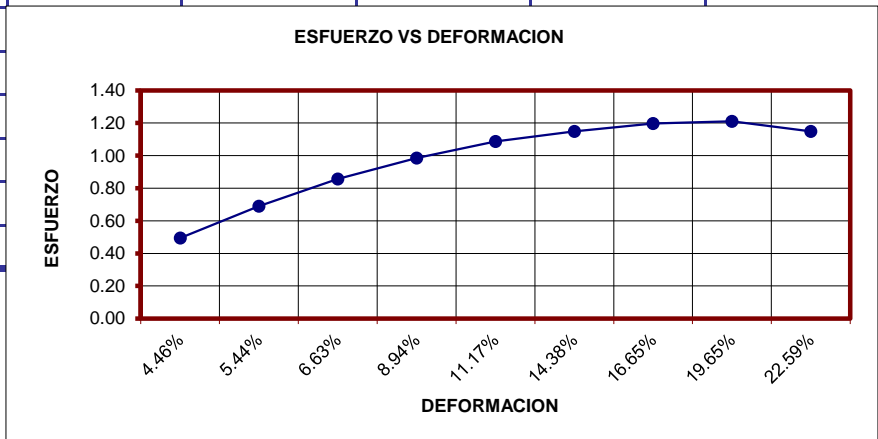
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO
 PROFUNDIDAD: 0.70 m - 1.15 m

ALTURA INICIAL H: 10.56 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 224.26 cm³
 PESO INICIAL Po: 340.88 g
 PESO SECO Pf: 216.01 g
 HUMEDAD W: 57.81%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.52 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
65	4.46%	14	10.990	0.9554	22.229	0.49
85	5.44%	24	15.492	0.9456	22.460	0.69
105	6.63%	32	19.494	0.9337	22.746	0.86
145	8.94%	40	22.996	0.9106	23.323	0.99
185	11.17%	48	25.999	0.8883	23.908	1.09
225	14.38%	56	28.501	0.8562	24.804	1.15
265	16.65%	60	30.503	0.8335	25.480	1.20
325	19.65%	62	32.005	0.8035	26.432	1.21
385	22.59%	61	31.505	0.7741	27.436	1.15



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

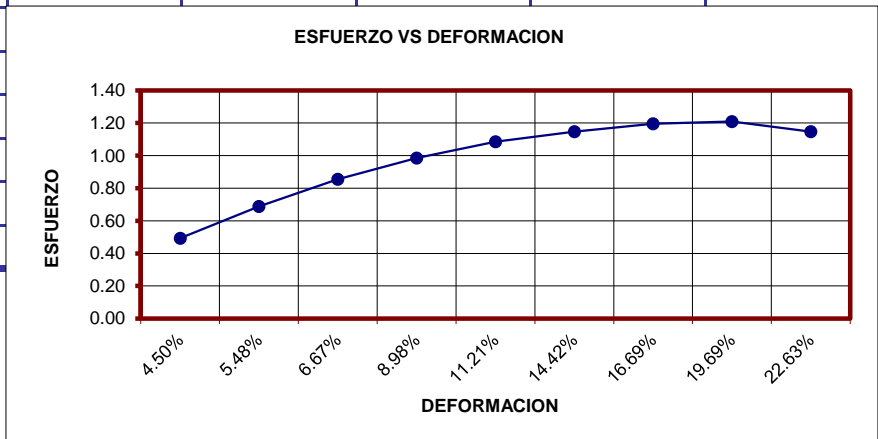
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO
 PROFUNDIDAD: 1.00 m - 1.45 m

ALTURA INICIAL H: 10.60 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.11 cm³
 PESO INICIAL Po: 339.92 g
 PESO SECO Pf: 214.82 g
 HUMEDAD W: 58.24%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.51 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.50%	14	10.972	0.9550	22.239	0.49
86	5.48%	24	15.474	0.9452	22.469	0.69
106	6.67%	32	19.476	0.9333	22.756	0.86
146	8.98%	40	22.978	0.9102	23.333	0.98
186	11.21%	48	25.981	0.8879	23.919	1.09
226	14.42%	56	28.483	0.8558	24.816	1.15
266	16.69%	60	30.485	0.8331	25.493	1.20
326	19.69%	62	31.987	0.8031	26.445	1.21
386	22.63%	61	31.487	0.7737	27.450	1.15



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

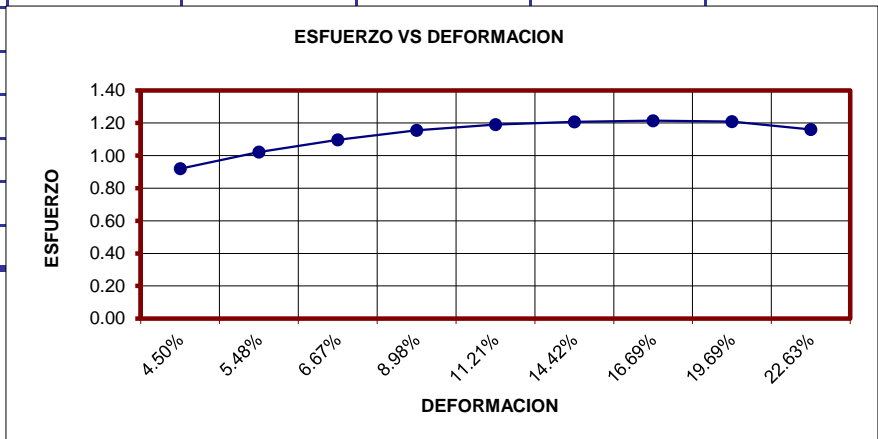
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: LIMO CARMELITO OSCURO OXIDADO
 PROFUNDIDAD: 1.40 m - 1.80 m

ALTURA INICIAL H: 10.60 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.11 cm³
 PESO INICIAL Po: 344.42 g
 PESO SECO Pf: 217.20 g
 HUMEDAD W: 58.58%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.53 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.50%	14	20.455	0.9550	22.239	0.92
86	5.48%	24	22.957	0.9452	22.469	1.02
106	6.67%	32	24.959	0.9333	22.756	1.10
146	8.98%	40	26.961	0.9102	23.333	1.16
186	11.21%	48	28.464	0.8879	23.919	1.19
226	14.42%	56	29.966	0.8558	24.816	1.21
266	16.69%	60	30.968	0.8331	25.493	1.21
326	19.69%	62	31.970	0.8031	26.445	1.21
386	22.63%	61	31.870	0.7737	27.450	1.16



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

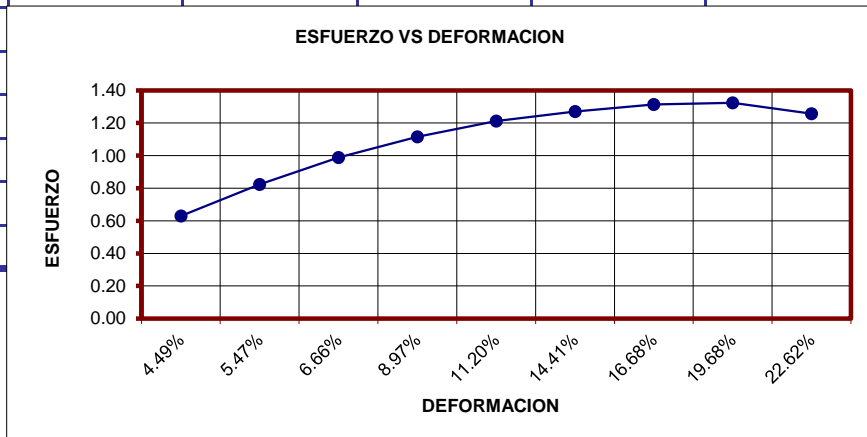
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD
 PROFUNDIDAD: 3.00 m - 3.45 m

ALTURA INICIAL H: 10.59 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 224.90 cm³
 PESO INICIAL Po: 350.85 g
 PESO SECO Pf: 220.76 g
 HUMEDAD W: 58.93%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.49%	14	14.002	0.9551	22.236	0.63
86	5.47%	24	18.504	0.9453	22.467	0.82
106	6.66%	32	22.506	0.9334	22.753	0.99
146	8.97%	40	26.008	0.9103	23.331	1.11
186	11.20%	48	29.011	0.8880	23.917	1.21
226	14.41%	56	31.513	0.8559	24.813	1.27
266	16.68%	60	33.515	0.8332	25.490	1.31
326	19.68%	62	35.017	0.8032	26.442	1.32
386	22.62%	61	34.517	0.7738	27.446	1.26



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

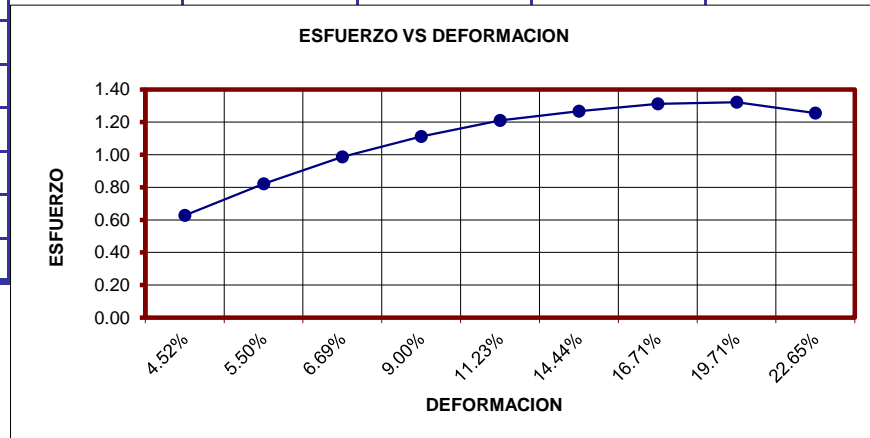
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD
 PROFUNDIDAD: 4.00 m - 4.45 m

ALTURA INICIAL H: 10.62 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.54 cm³
 PESO INICIAL Po: 349.58 g
 PESO SECO Pf: 219.57 g
 HUMEDAD W: 59.21%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.55 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.52%	14	13.956	0.9548	22.243	0.63
86	5.50%	24	18.458	0.9450	22.474	0.82
106	6.69%	32	22.460	0.9331	22.761	0.99
146	9.00%	40	25.962	0.9100	23.338	1.11
186	11.23%	48	28.965	0.8877	23.925	1.21
226	14.44%	56	31.467	0.8556	24.822	1.27
266	16.71%	60	33.469	0.8329	25.499	1.31
326	19.71%	62	34.971	0.8029	26.452	1.32
386	22.65%	61	34.471	0.7735	27.457	1.26



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

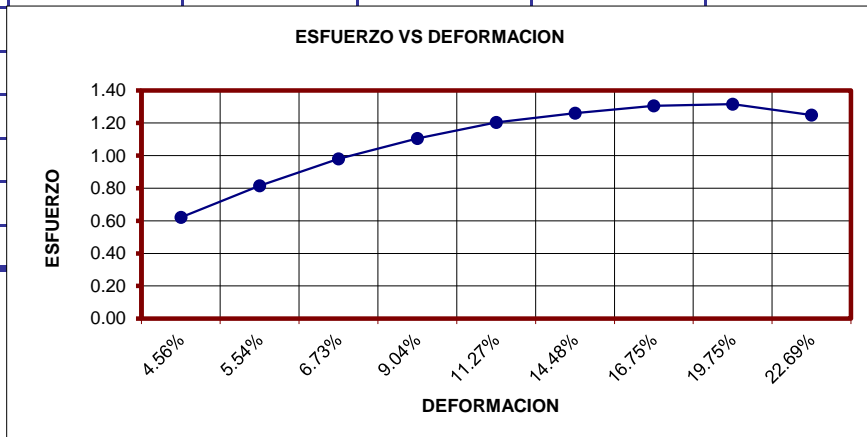
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD
 PROFUNDIDAD: 3.50 m - 3.95 m

ALTURA INICIAL H: 10.66 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 226.39 cm³
 PESO INICIAL Po: 355.43 g
 PESO SECO Pf: 221.94 g
 HUMEDAD W: 60.14%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.57 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.56%	14	13.818	0.9544	22.253	0.62
86	5.54%	24	18.320	0.9446	22.483	0.81
106	6.73%	32	22.322	0.9327	22.770	0.98
146	9.04%	40	25.825	0.9096	23.349	1.11
186	11.27%	48	28.827	0.8873	23.935	1.20
226	14.48%	56	31.329	0.8552	24.833	1.26
266	16.75%	60	33.331	0.8325	25.511	1.31
326	19.75%	62	34.833	0.8025	26.465	1.32
386	22.69%	61	34.333	0.7731	27.471	1.25



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

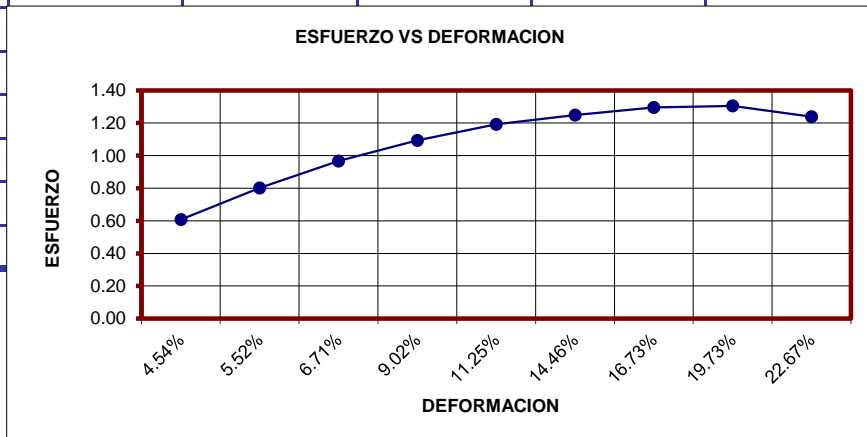
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD
 PROFUNDIDAD: 4.50 m - 4.95 m

ALTURA INICIAL H: 10.64 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.96 cm³
 PESO INICIAL Po: 354.76 g
 PESO SECO Pf: 221.94 g
 HUMEDAD W: 59.84%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.57 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.54%	14	13.518	0.9546	22.248	0.61
86	5.52%	24	18.020	0.9448	22.479	0.80
106	6.71%	32	22.022	0.9329	22.765	0.97
146	9.02%	40	25.524	0.9098	23.343	1.09
186	11.25%	48	28.527	0.8875	23.930	1.19
226	14.46%	56	31.029	0.8554	24.827	1.25
266	16.73%	60	33.031	0.8327	25.505	1.30
326	19.73%	62	34.533	0.8027	26.458	1.31
386	22.67%	61	34.033	0.7733	27.464	1.24



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

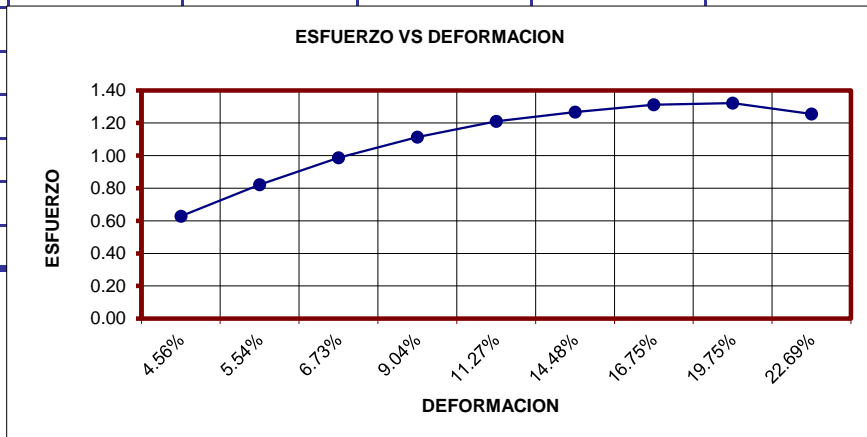
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD
 PROFUNDIDAD: 4.00 m - 4.45 m

ALTURA INICIAL H: 10.66 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 226.39 cm³
 PESO INICIAL Po: 9,408.69 g
 PESO SECO Pf: 4,969.39 g
 HUMEDAD W: 89.33%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 41.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.56%	14	13.984	0.9544	22.253	0.63
86	5.54%	24	18.486	0.9446	22.483	0.82
106	6.73%	32	22.488	0.9327	22.770	0.99
146	9.04%	40	25.990	0.9096	23.349	1.11
186	11.27%	48	28.993	0.8873	23.935	1.21
226	14.48%	56	31.495	0.8552	24.833	1.27
266	16.75%	60	33.497	0.8325	25.511	1.31
326	19.75%	62	34.999	0.8025	26.465	1.32
386	22.69%	61	34.499	0.7731	27.471	1.26



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

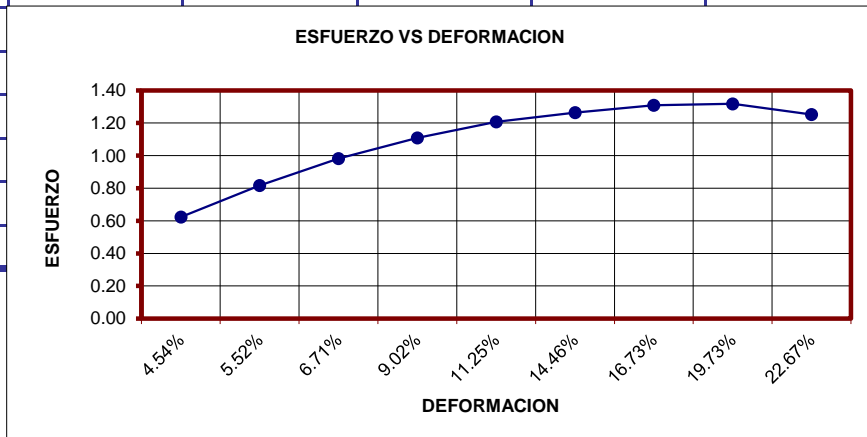
MUESTRAS TOMADAS EN : ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA DENSIDAD
 PROFUNDIDAD: 5.30 m - 5.75 m

ALTURA INICIAL H: 10.64 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.96 cm³
 PESO INICIAL Po: 350.24 g
 PESO SECO Pf: 219.57 g
 HUMEDAD W: 59.51%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.55 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139
 A= 100 Ao / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
66	4.54%	14	13.866	0.9546	22.248	0.62
86	5.52%	24	18.368	0.9448	22.479	0.82
106	6.71%	32	22.370	0.9329	22.765	0.98
146	9.02%	40	25.872	0.9098	23.343	1.11
186	11.25%	48	28.875	0.8875	23.930	1.21
226	14.46%	56	31.377	0.8554	24.827	1.26
266	16.73%	60	33.379	0.8327	25.505	1.31
326	19.73%	62	34.881	0.8027	26.458	1.32
386	22.67%	61	34.381	0.7733	27.464	1.25



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.10 m
FECHA jun-18

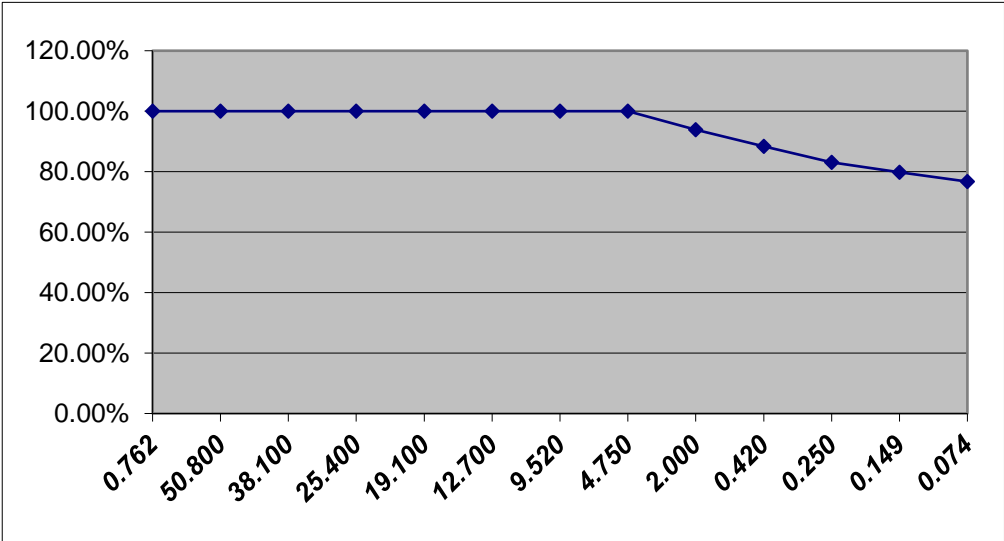
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	11.250	11.25	6.08%	100.00%
N 10	10.365	10.37	5.60%	93.92%
N 40	9.661	9.66	5.22%	88.32%
N 80	6.114	6.11	3.30%	83.09%
N 100	5.691	5.69	3.08%	79.79%
N 200	5.210	5.21	2.82%	76.71%
FONDO	136.709			73.90%

PESO DE LA MUESTRA

185 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 16.91%
FINOS 83.09%

SUMATORIA 185.000 26.10%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.45 m
FECHA jun-18

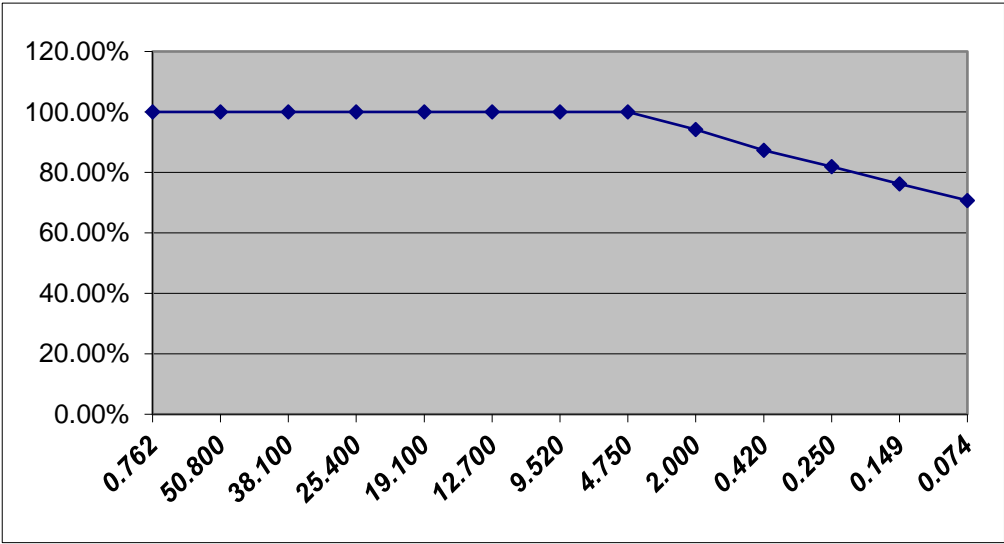
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	10.412	10.41	5.82%	100.00%
N 10	12.367	12.37	6.91%	94.18%
N 40	9.640	9.64	5.39%	87.27%
N 80	10.280	10.28	5.74%	81.89%
N 100	9.680	9.68	5.41%	76.15%
N 200	12.210	12.21	6.82%	70.74%
FONDO	114.411			63.92%

PESO DE LA MUESTRA

179 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 18.11%
FINOS 81.89%

SUMATORIA 179.000 36.08%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA PROFUNDIDAD : 3.50 m - 3.95 m
FECHA jun-18

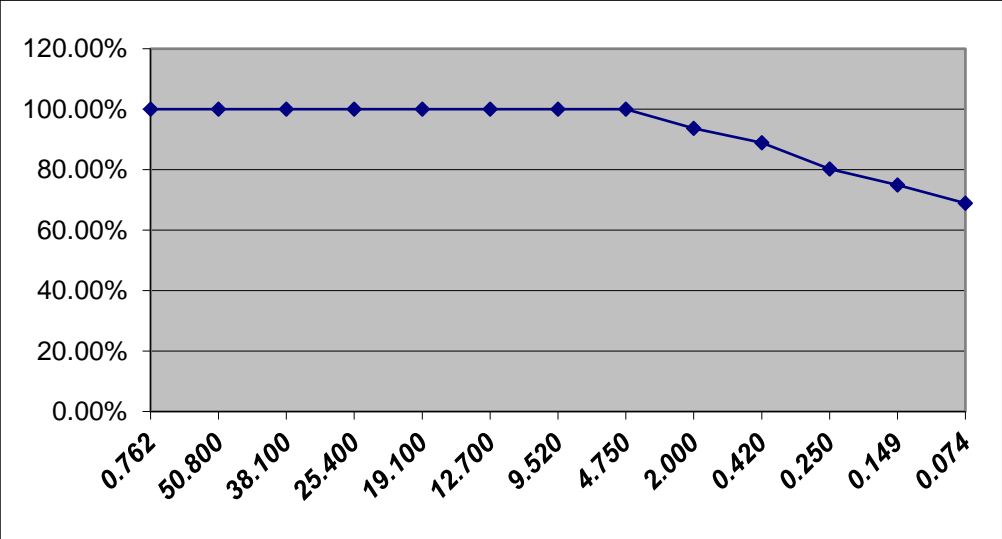
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	11.115	11.12	6.35%	100.00%
N 10	8.331	8.33	4.76%	93.65%
N 40	15.100	15.10	8.63%	88.89%
N 80	9.310	9.31	5.32%	80.26%
N 100	10.589	10.59	6.05%	74.94%
N 200	10.114	10.11	5.78%	68.89%
FONDO	110.441			63.11%

PESO DE LA MUESTRA

175 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 19.74%
FINOS 80.26%

SUMATORIA 175.000 36.89%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA PROFUNDIDAD : 4.50 m - 4.95 m
FECHA jun-18

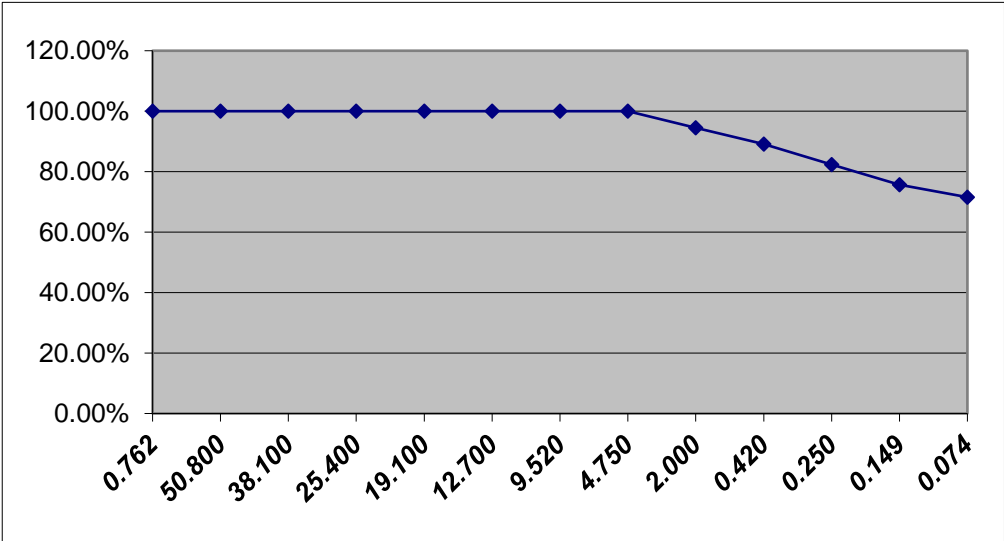
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	9.338	9.34	5.53%	100.00%
N 10	9.110	9.11	5.39%	94.47%
N 40	11.358	11.36	6.72%	89.08%
N 80	11.258	11.26	6.66%	82.36%
N 100	7.005	7.01	4.14%	75.70%
N 200	25.250	25.25	14.94%	71.56%
FONDO	95.681			56.62%

PESO DE LA MUESTRA

169 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 17.64%
FINOS 82.36%

SUMATORIA 169.000 43.38%



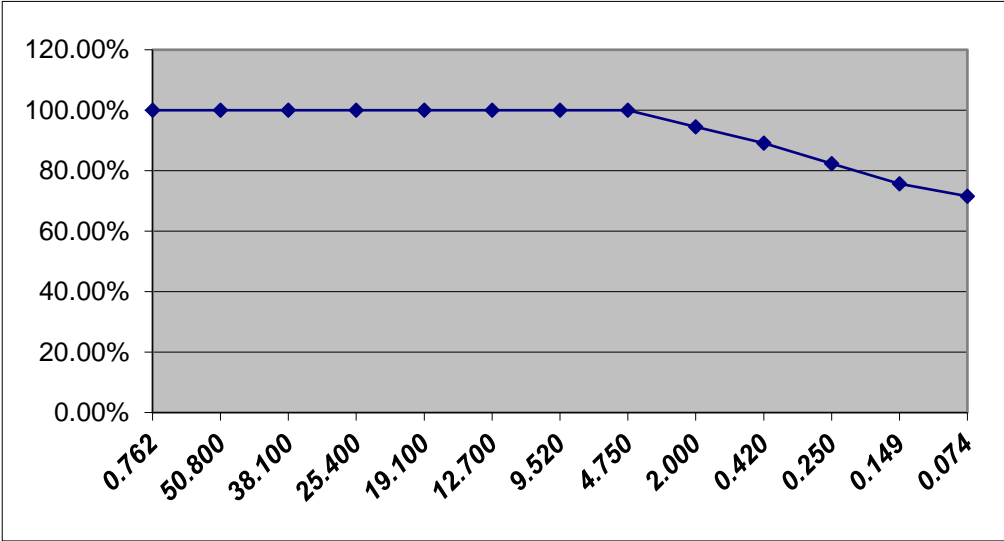
GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.45 m
FECHA jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	7.541	7.54	4.52%	100.00%
N 10	10.521	10.52	6.30%	95.48%
N 40	13.224	13.22	7.92%	89.18%
N 80	7.940	7.94	4.75%	81.27%
N 100	6.580	6.58	3.94%	76.51%
N 200	11.840	11.84	7.09%	72.57%
FONDO	109.354			65.48%

PESO DE LA MUESTRA
167 gr
RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 18.73%
FINOS 81.27%

SUMATORIA 167.000 34.52%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
SITIO ARAUCA, 7°4'58.06"N 70°45'20.77"W CIUDAD : ARAUCA, ARAUCA
DESCRIPCION LIMO ARENOSO CARMELITO OSCURO DE BAJA PROFUNDIDAD : 5.30 m - 5.75 m
FECHA jun-18

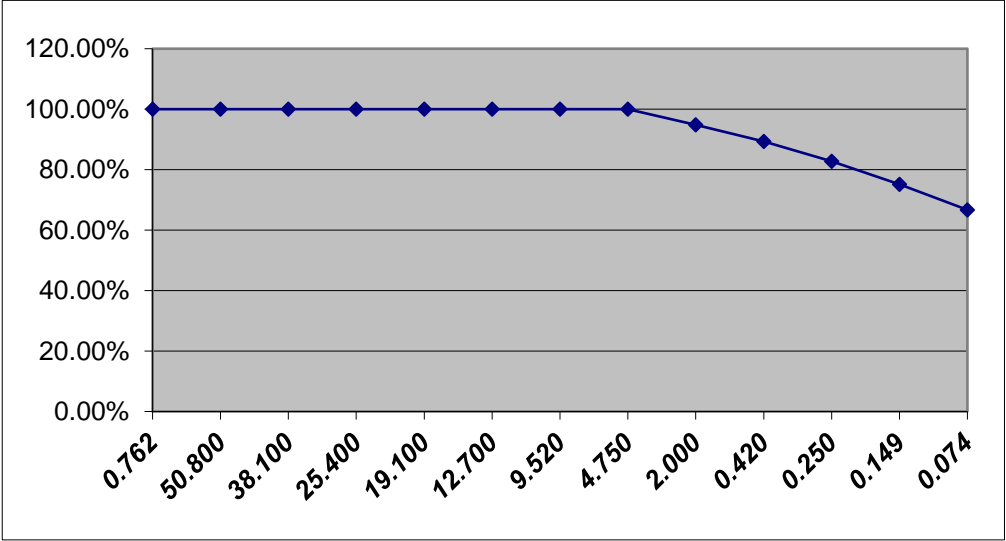
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	9.551	9.55	5.16%	100.00%
N 10	10.251	10.25	5.54%	94.84%
N 40	12.101	12.10	6.54%	89.30%
N 80	14.001	14.00	7.57%	82.76%
N 100	15.691	15.69	8.48%	75.19%
N 200	13.581	13.58	7.34%	66.71%
FONDO	109.824			59.36%

PESO DE LA MUESTRA

185 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 17.24%
FINOS 82.76%

SUMATORIA 185.000 40.64%



INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN



SONDEOS







