

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE  
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES  
5°21'24.4" NORTE, 73° 25' 7.8"OESTE  
NUEVO COLON, BOYACA

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  
5°21'24.4" NORTE, 73° 25' 7.8" OESTE  
NUEVO COLON - BOYACA**

**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 Nuevo Colon - Boyacá, dentro de las instalaciones de la estación Nuevo Colon ubicada en el sector conocido como Mesa Alta.*

*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 280 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*

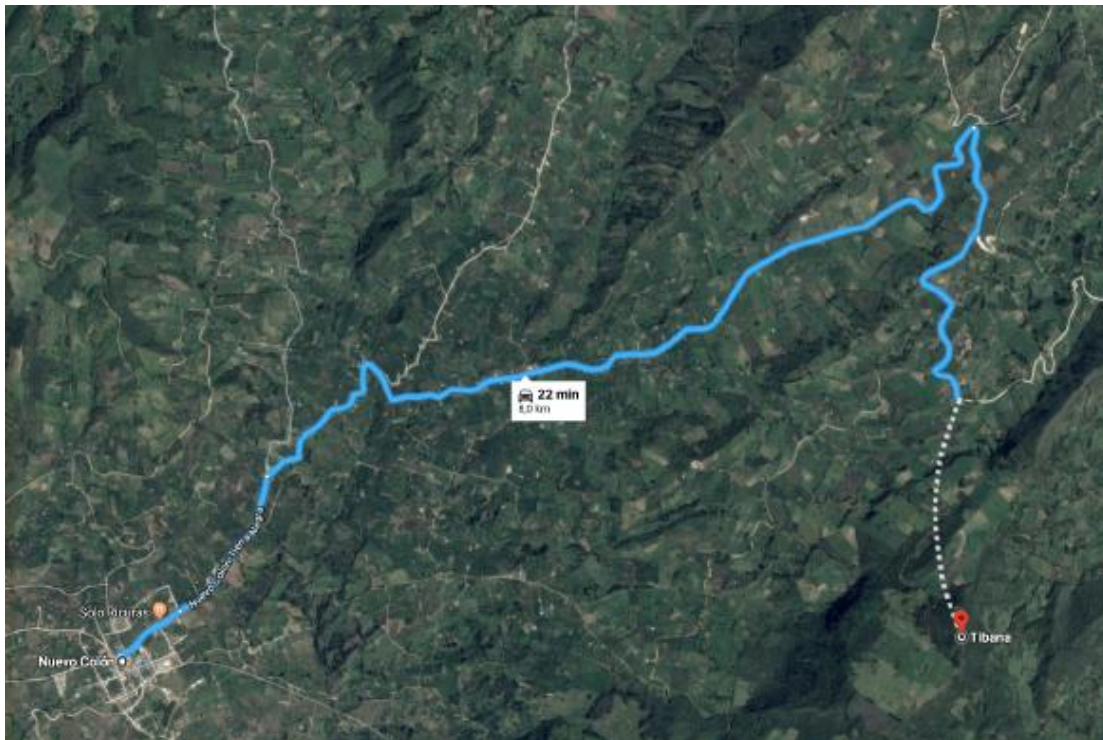


## 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

### 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 Nuevo Colon - Boyacá, localizada en el área rural del municipio en el sector conocido como Mesa Alta, en las siguientes coordenadas:*

*5° 21'24.36" N, 73° 25' 7.58" W.*



***Ubicación del proyecto***

## 4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

*El municipio de Nuevo Colon se encuentra ubicado en la provincia de Márquez en el departamento de Boyacá, en el centro occidente del departamento. Limita por el norte con el municipio de Ventaquemada, Boyaca y Jenesano por el oeste con Tibana, por el sur con Umbita y Turmequé, y por el oeste con Turmequé y Ventaquemada.*



*El casco urbano tiene una altura promedio de 2500 metros sobre el nivel del mar. El municipio se encuentra a 27.5 km de Tunja y a 120 km de Santa Fe de Bogotá.*

*El Municipio pertenece a la provincia de Marquéz, ubicada en el centro occidente del departamento junto con los municipios de Ramiriquí, Boyacá, Ciénega, Jenesano, Tibana, Turmequé, Umbita y Viracachá. Nuevo Colón se encuentra en un piso térmico frío y piso bioclimático de páramo,*

*Las vías de comunicación son terrestres, la principal es la Vía a Tunja: Eje vial principal de comunicación con la capital del Departamento, vías secundarias como la Vía a Turmequé, la Vía a Ventaquemada y la Vía a Tibaná.*

*El proyecto contempla la construcción de una torre auto soportada de 60 metros de altura, para la instalación del sistema radiante requerido.*

*El lote del terreno es plano, y ya existe una torre, una antena con, 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	-	0.70 m	Capa vegetal.
De 0.70	-	1.30 m	Limo arcilloso carmelito oscuro.
De 1.30	-	2.70 m	Limo arcilloso amarillo oxidado.
De 2.70	-	6.00m	Limo arcilloso amarillo oscuro.

*El manto de Limo arcilloso carmelito oscuro, es de plasticidad media, con limite liquido de 45.20 %, el índice de plasticidad es de 21.10. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.21 kg. /cm<sup>2</sup>, indicando un estrato de consistencia media blanda.*

*El manto de Limo arcilloso amarillo oxidado con presencia de arena fina, es de alta plasticidad, con limite liquido de 52.60 %, el índice de plasticidad es de 19 .20. La consistencia*

*evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.49 kg. /cm<sup>2</sup>, indicando un estrato de consistencia media blanda.*

*El manto de Limo arcilloso amarillo oscuro con presencia de arena fina, es de plasticidad media, con limite liquido de 36.20 %, el índice de plasticidad es de 15.80. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.53 kg. /cm<sup>2</sup>, 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 1.40 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 geomecánicos 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./cm<sup>2</sup>*
- *Peso unitario del suelo 16.2 KN/m<sup>3</sup>*

*Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 110 KN/m<sup>2</sup>; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.*

## RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	<i>1.40 (m)</i>
<i>Estrato portante</i>	<i>Limo arcilloso carmelito oscuro.</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>11.0 (t/m<sup>2</sup>)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>1324.96 (t/m<sup>3</sup>)</i>
<i>Angulo de fricción <math>\varphi</math></i>	<i>26°</i>
<i>Peso unitario <math>\gamma</math></i>	<i>1.62 (gr/cm<sup>3</sup>)</i>
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	<i>0.39</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 ( $\phi$ ), 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

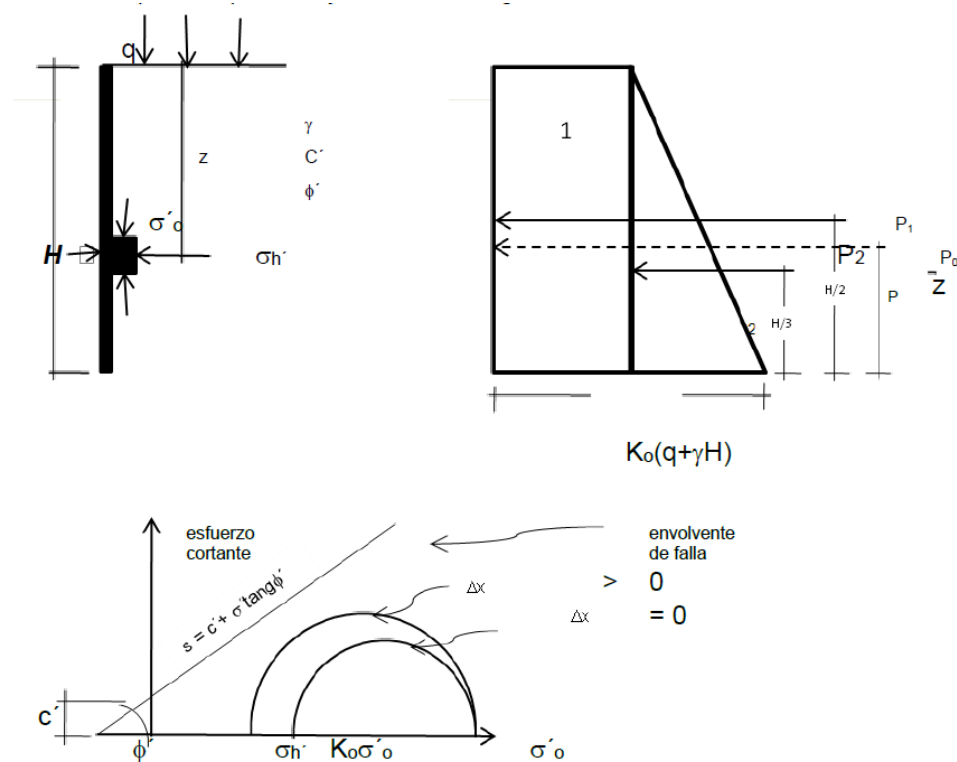
Factores De Seguridad indirectos  $F_{sicp}$  Mínimos

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**

$S_u = C$	60.53 KN/m <sup>2</sup>
$q_c$	331.24 KN/m <sup>2</sup>
$q_a$	110 KN/m <sup>2</sup>
$q$	20.12 KN/m <sup>2</sup>

**DISEÑO**

$S_{ud}$	17.49 KN/m <sup>2</sup>	
$F_{SBU}$	3.46 KN/m <sup>2</sup>	>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:**

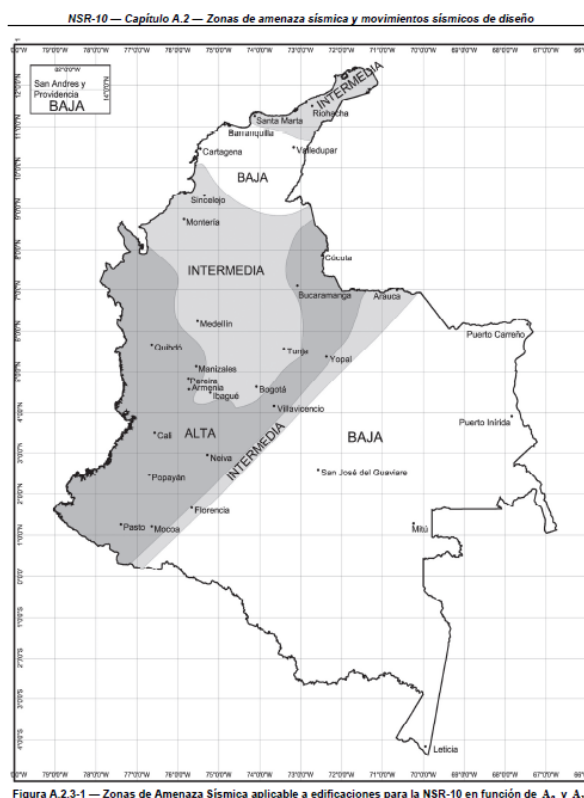
3.01

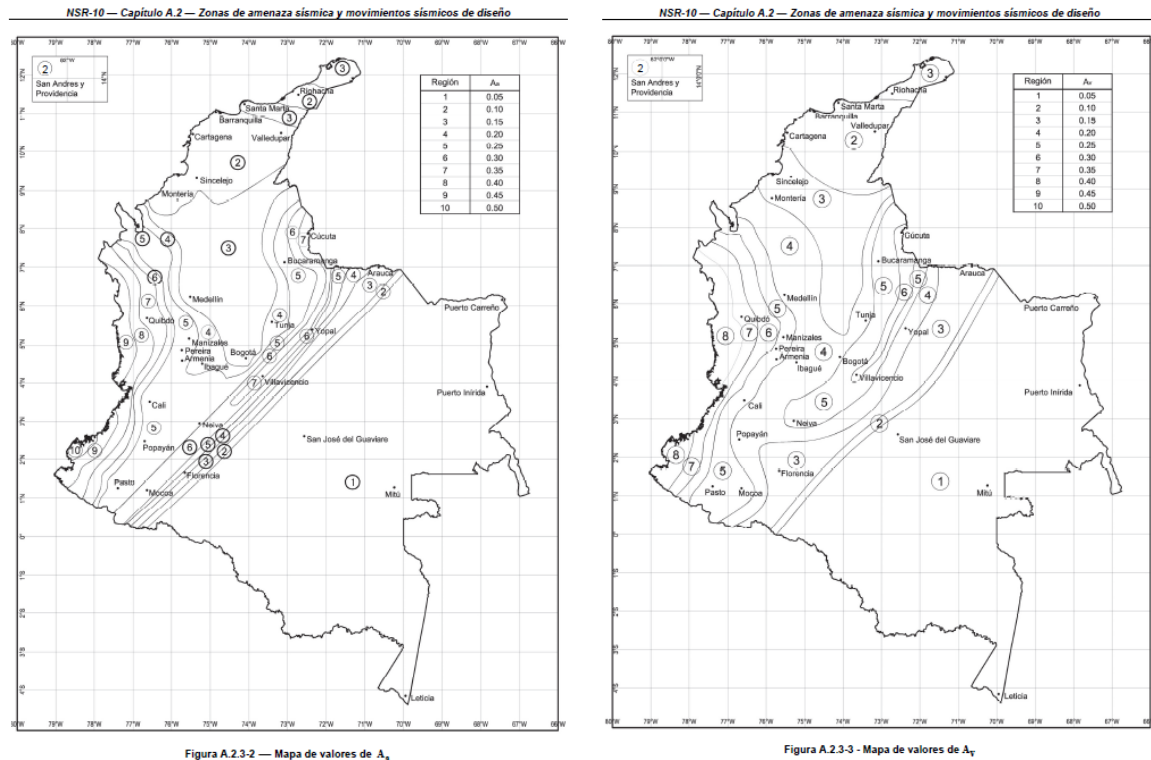
**FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:**

3.46

## 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 Nuevo Colon se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Intermedia, 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 0.20 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 D con coeficientes  $F_a = 1.40$ ,  $F_v = 2.00$ ,  $T_c = 0.69$ ,  $T_L = 4.80$  y  $T_0 = 0.14$ .

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas 5°21'24.4" Norte, 73° 25' 7.8'' Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de MNuevo Colón departamento de Boyacá.
- 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 1.00 metro 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 Habana vetas Grises.

- *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 110 KN/m<sup>2</sup>.*

- *El Municipio de Nuevo Colon se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Intermedio; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico  $A_a$  esperado es de 0.20 y  $A_v = 0.20$ . Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes  $F_a = 1.40$ ,  $F_v = 2.00$ ,  $T_c = 0.69$ ,  $T_L = 4.80$  y  $T_0 = 0.14$ .*
- *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 1.40 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:

<b>TAMIZ</b>	<b>%PASA</b>
2 1/2"	100
2"	75 - 100

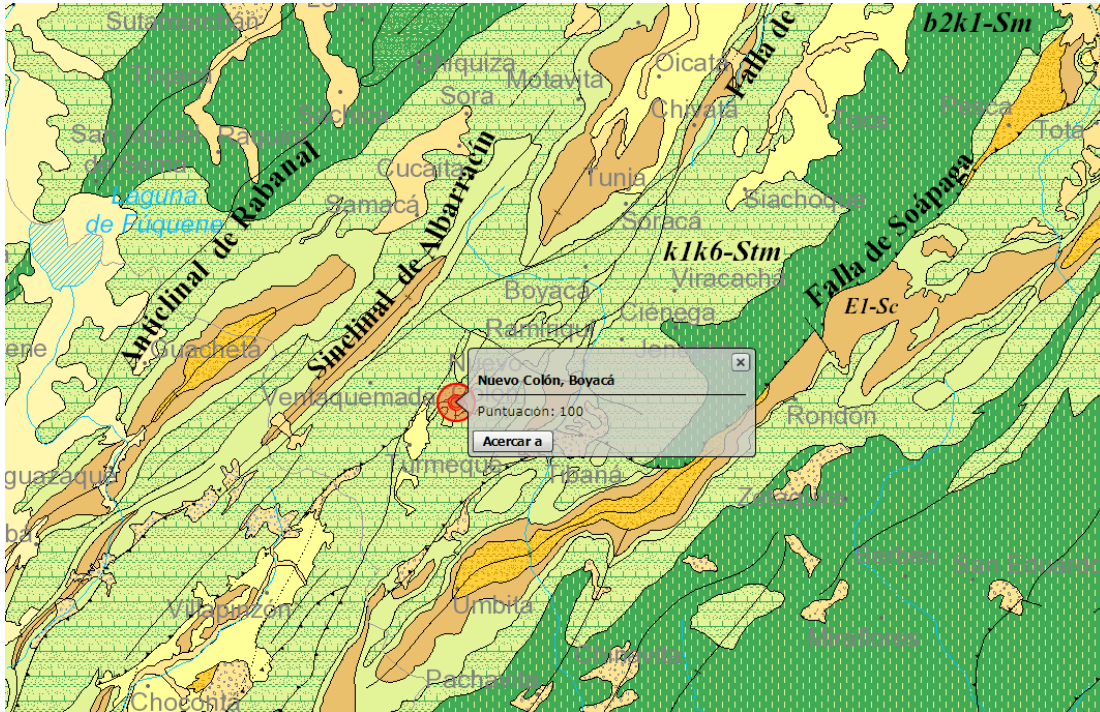
1"	50 - 80
Nº 4	20 - 50
Nº 200	0 - 20

- 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 cordillera oriental a la cual pertenece la zona estudiada a través de su historia geológica ha sido sometida a grandes movimientos tectónicos como los ocurridos en la mitad del periodo Terciario entre el oligoceno y el mioceno en donde se produjeron levantamientos y hundimientos. Estos movimientos originaron varios plegamientos y también fallas paralelas y transversales. El ambiente de depositación de las diferentes formaciones aflorantes en el área, ha sido producto de la transgresión que sucedió a principios del cretáceo desde el Turoniano hasta el Maestrichtiano y se caracteriza por la ocurrencia de un mar profundo dando

origen a depósitos de sedimentos de facies marinas y la acumulación de restos de seres vivos que darían lugar a la formación de fosforita, posteriormente el tectonismo y la orogénesis tiene marcada importancia sobre las diferentes formaciones hasta el momento conformadas.

Durante el Cenomaniano superior, Turomaniano y Cenomaniano inferior se presenta una invasión marina que origino la depositación de sedimentos arcillosos, organismos marinos y areniscas de grano fino, dando origen a la secuencia aflorante en la zona de estudio correspondiente a la alternancia de arenisca y caliza lumaquéllica correspondiente a la formación Churuvita.

La formación conejo se deposita en un ambiente típicamente marino durante el Cretáceo superior (Coniaciano) debido a la transgresión marina que se originó a comienzos del mismo período.

Sobre las arcillas que se depositaron y dieron origen a la Formación Conejo, se depositaron sedimentos marinos correspondientes a la Formación Plaeners, constituidos por areniscas intercaladas con niveles de shales amarillos y carbonosos y chert, ocurrido a principios del Maestrichtiano.

Durante el Maestrichtiano medio se depositaron areniscas blancas y shales grises pertenecientes a la Formación Labor Y Tierna.

A finales del Maestrichtiano medio (inicios del cretáceo superior) se produjo una regresión marina dejando una cuenca de transición formándose un ambiente parálico en donde se forman capas carboníferas dando origen a la Formación Guaduas; por esta razón en el tope se encuentran manifestaciones de carbón datadas del Maestrichtiano superior.

Durante el terciario hubo una orogénesis del continente y posterior plegamiento, cuyo evento más importante es la orogenia andina, sucediéndose el levantamiento de la cordillera oriental durante el Mioceno, por causas de las fuerzas tectónicas, los estratos existentes en la zona sufren plegamientos formando sinclinales (La Fragua Agua, Blanca, Pantanolargo, Cruz Blanca, Bocatoma El Encanto) y fallas (Quinteros, Naguatá, Escobal, Única, Ramiriquí) y otra de tipo local.

Posterior al levantamiento y fallamiento viene la erosión de los estratos superiores, transporte y depositación dando origen a los depósitos recientes cuaternarios de tipo aluvial.

Litológicamente en Nuevo Colón se observan afloramiento de sedimentitas Cretácicas-Terciarias, al igual que se pueden diferenciar depósitos recientes con expresión morfológica del tipo Aluvial y Coluvial. Estructuralmente en la región fueron detectadas deformaciones superficiales tales como plegamientos y fallas; la dirección preferencial general de todo el conjunto litológico y estructural presenta tendencia hacia el Noreste.

## **GEOMORFOLOGIA**

*Los procesos geológicos tanto endógenos como exógenos que han afectado a la cordillera oriental colombiana, son los responsables del modelado topográfico actual involucrando las distintas masas rocosas, y generando zonas con diferentes grados de estabilidad, así:*

**Montañas Estructurales (ME):** *Altas pendientes topográficas con manifestaciones superficiales de estructuras geológicas, que están presentes en esta localidad en al sur del río Turmequé en las veredas de Sorca y Aposentos.*

**Colinas Estructurales (CE):** *Son expresiones morfológicas superficiales de pendiente suave, que expresan estructuras subsuperficiales. Se localizan en la zona aledaña al río*

*Turmequé en las veredas de Aposentos, Potreros y Tejar abajo, en la cuchilla pan de azúcar y el alto la Piñuela.*

**Laderas de Erosión (LE):** *En las vertientes de la red hidrográfica, especialmente a media ladera, se observa una importante cantidad de deslizamientos de masas rocosas, al igual que sectores en donde predominan fenómenos como desprendimientos y caída de bloques.*

**Lomas (L):** *En la parte central del municipio se observan estos tipos de geoformas en donde son evidentes los procesos de anegamiento y reptación especialmente.*

**Valles Aluviales (VA):** *De topografía plana, estos valles se ubican en las depresiones por donde corren las aguas superficiales; de especial tamaño e importancia se menciona la existencia del valle por donde discurre sus aguas el río Turmequé.*

**Depósitos Coluviales (DC):** *Distribuidos a todo lo largo y ancho del municipio; están ubicados a media ladera, e involucran grandes cantidades de masas rocosas transportadas por las fuerzas gravitacionales loma abajo hasta los sitios de menor pendiente.*



## **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,*

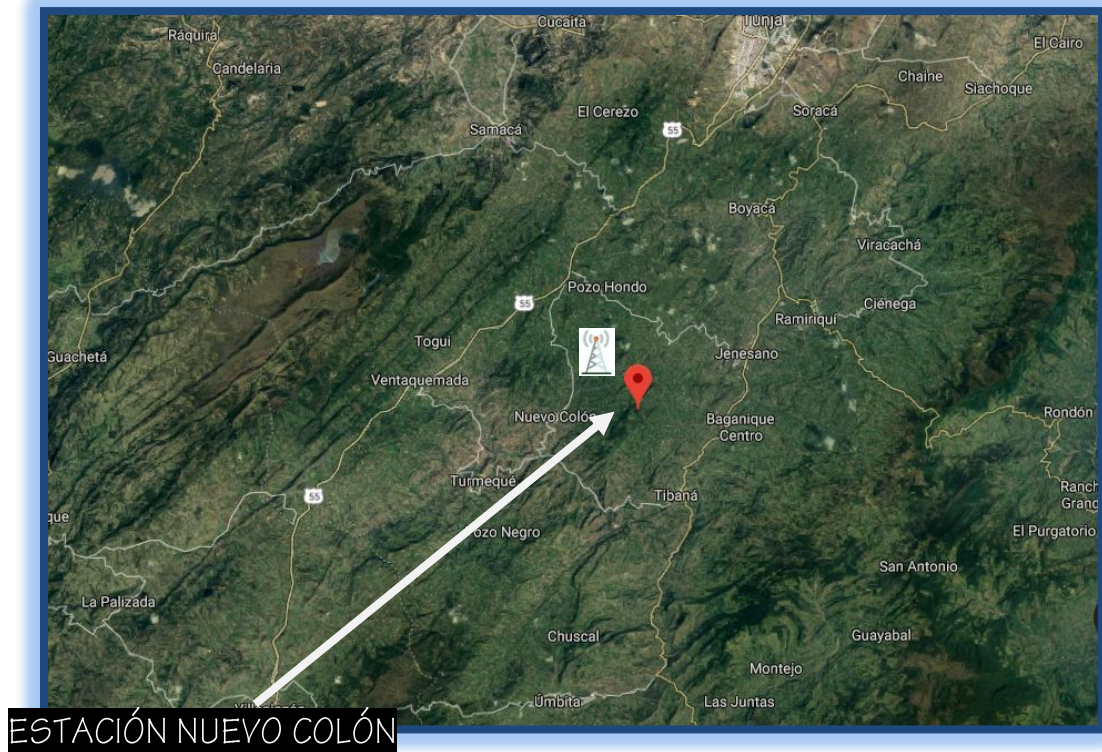
---

JOHN ALEXANDER ECHEVERRI S.

*Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.*

## ***LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL***

*LOCALIZACION REGIONAL*



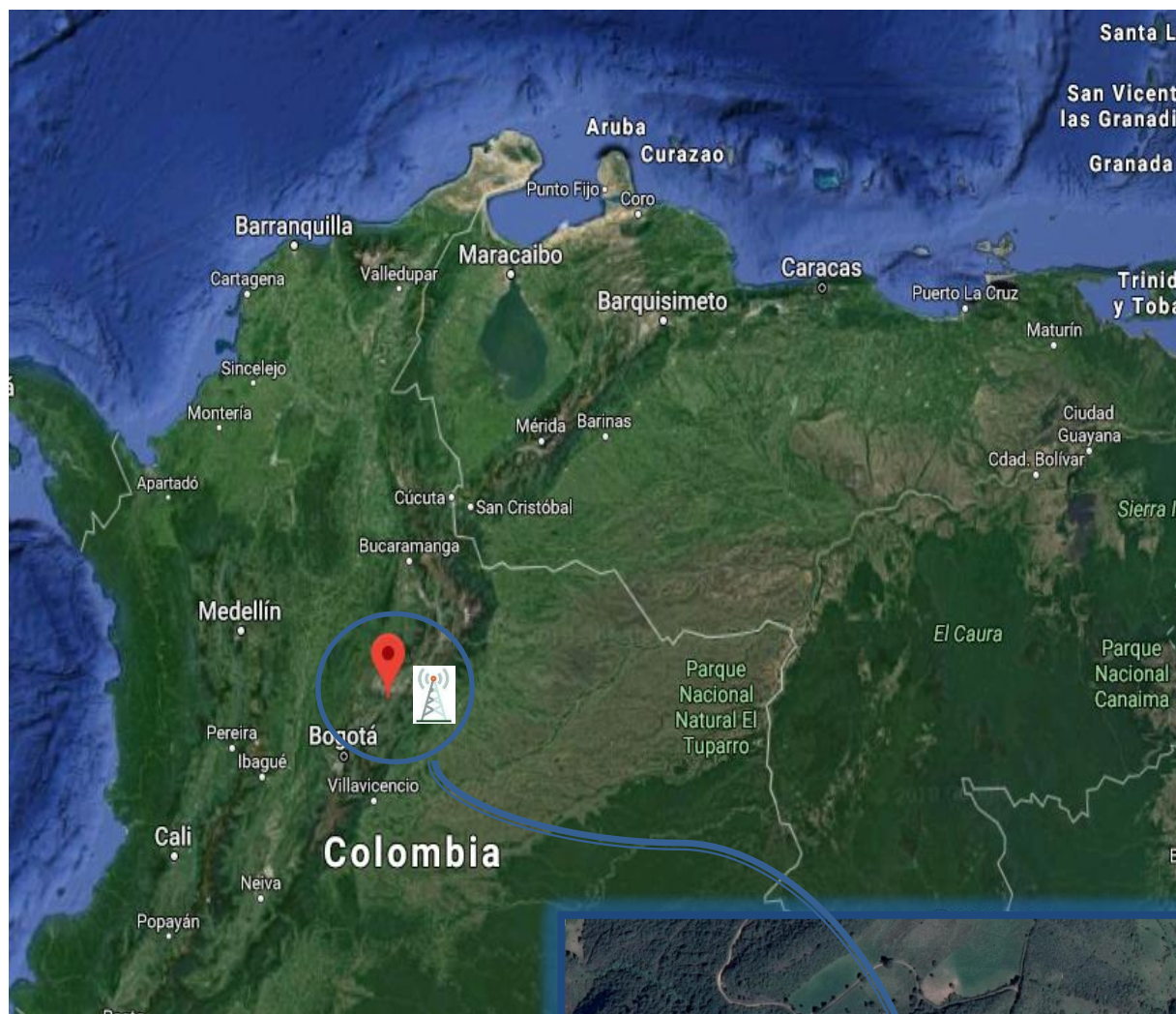
*LOCALIZACION ZONAL*





ESTACIÓN NUEVO COLÓN

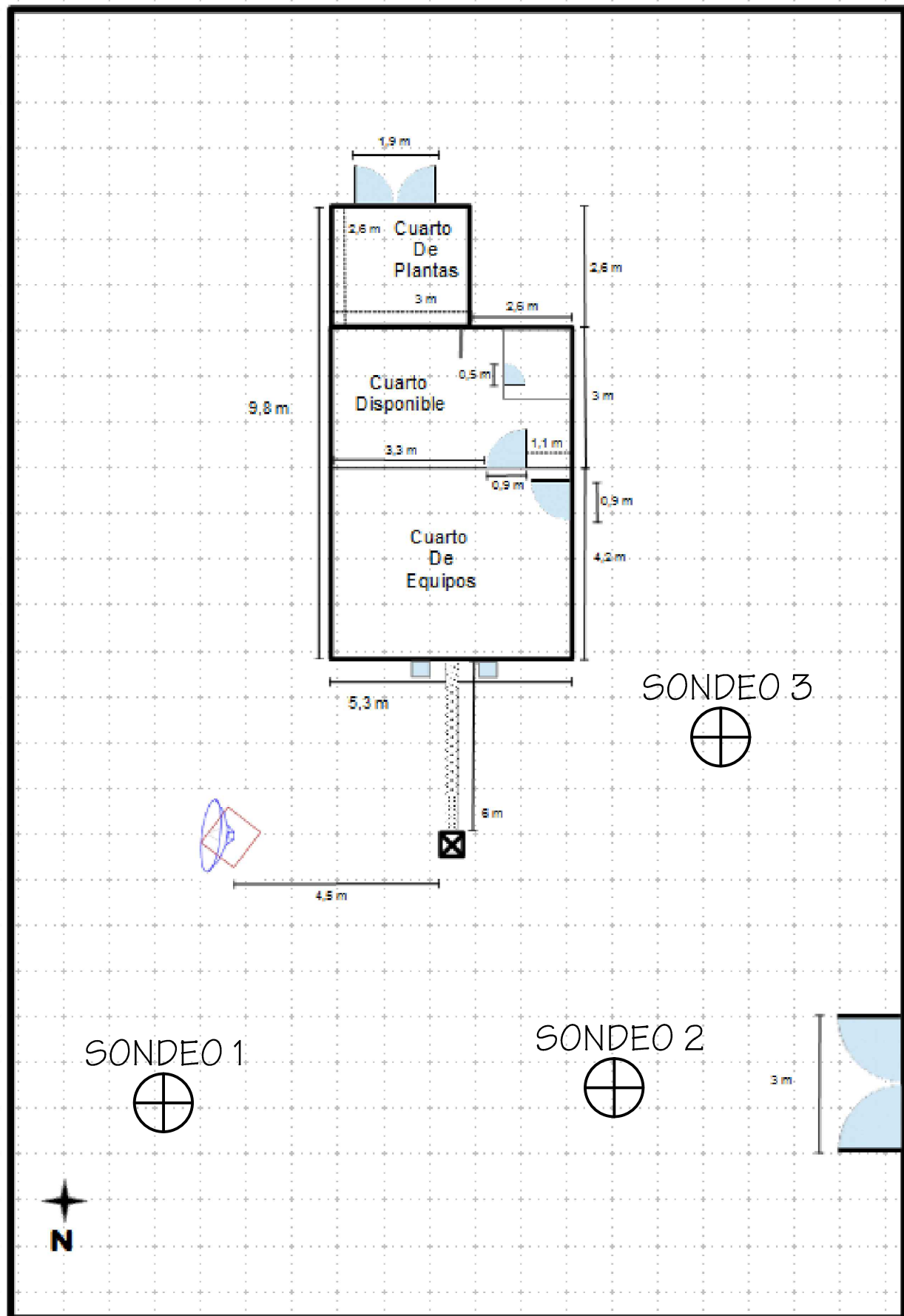
5°21'24.36"N 73°25'7.58"W



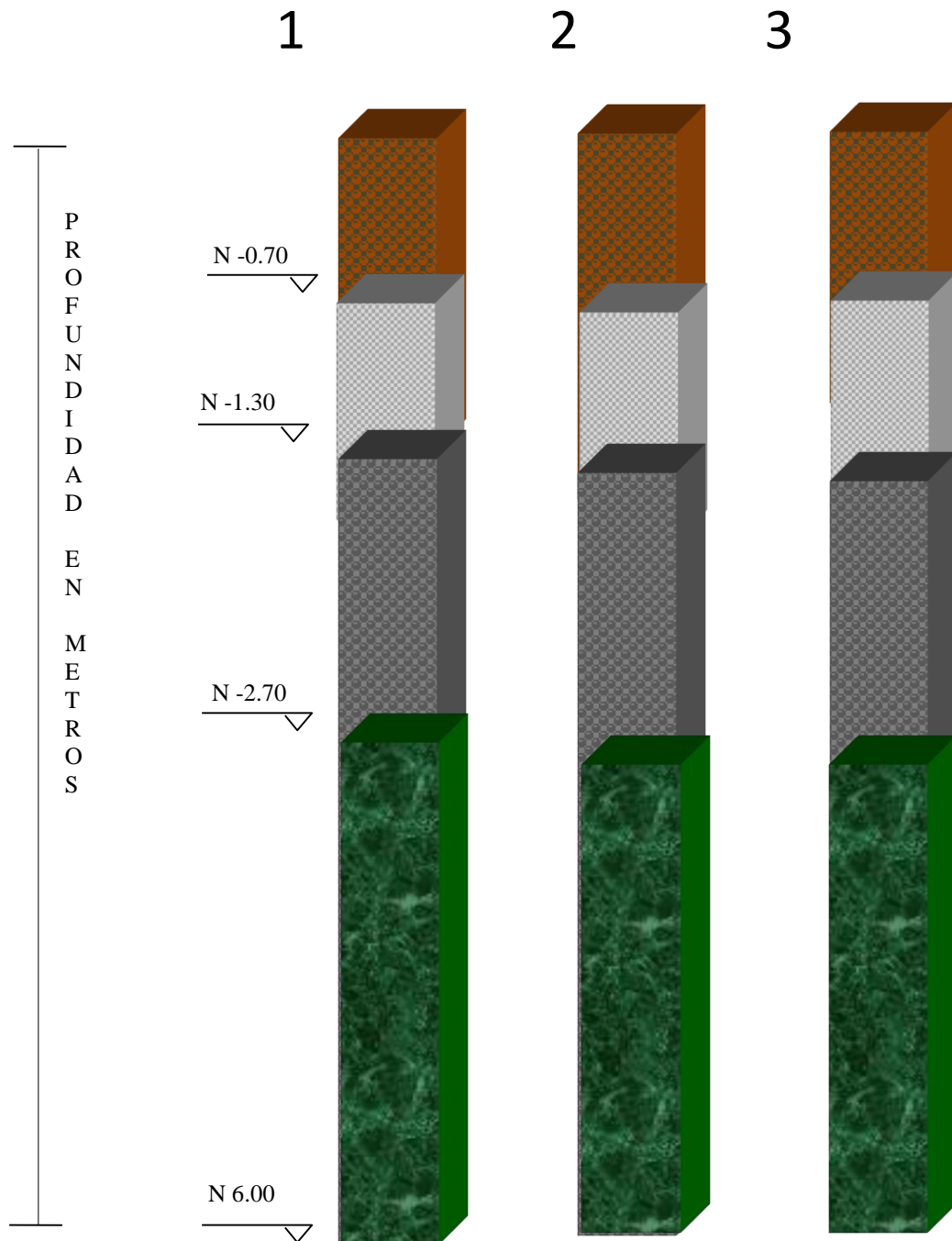
*LOCALIZACION GEOREFERENCIADA*

## ***LOCALIZACION DE SONDEOS***

# ESQUEMA DE SONDEOS



## PERFIL ESTRATIGRÁFICO



## CONVENCIONES



CAPA VEGETAL.



LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO.



LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO.



LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO.



CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT						
LOCALIZACION				FECHA				jun-18						
SONDEO 1				5°21'24.4"N 73°25'7.8"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
		0.00-0.70m	CAPA VEGETAL											
1m		0.70-1.30m	LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO	TS			45.2	21.1	1.6				1.25	1.19
2m		1.30-2.70m	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO	TS			52.6	19.2	1.6				1.48	1.44
3m		2.70-6.00m	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO	TS			36.20	15.80	1.64				1.52	1.51
4m				TS			36.30	15.60	1.65				1.49	1.50
5m														
6m														

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (Ton/m <sup>3</sup> )
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				FECHA				jun-18						
SONDEO 2				5°21'24.4"N 73°25'7.8"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
		0.00-0.70m	CAPA VEGETAL											
1m		0.70-1.30m	LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO	TS			45.1	21.2	1.6				1.25	1.19
2m		1.30-2.70m	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO	IS			52.7	19.1	1.6				1.49	1.50
3m		2.70-6.00m	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO	TS			36.30	15.60	1.65				1.49	1.50
4m				IS			36.00	15.80	1.64				1.53	1.52
5m														
6m														

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (Ton/m <sup>3</sup> )
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		

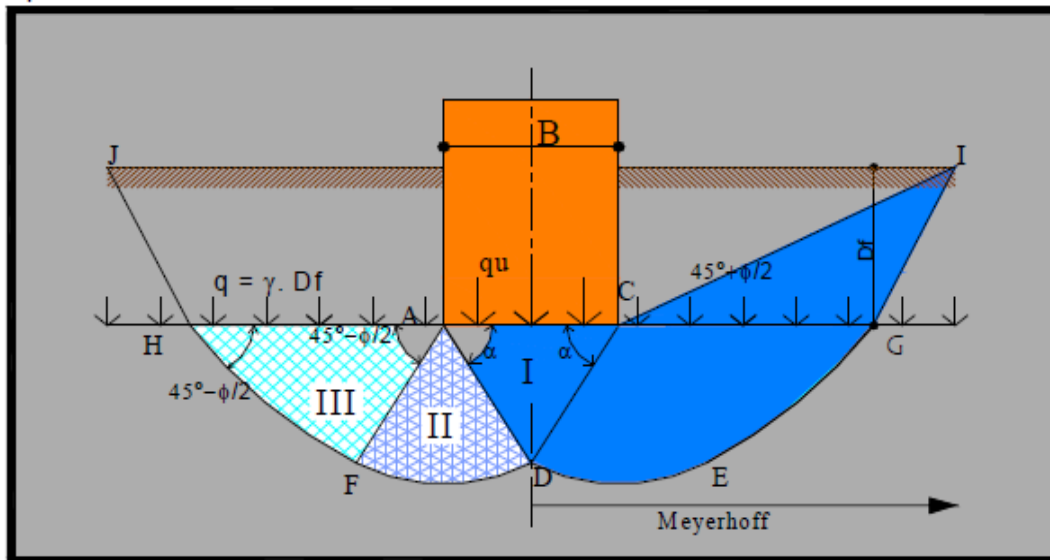
CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT							
LOCALIZACION				NUEVO COLON BOYACA				FECHA				jun-18			
SONDEO 3				5°21'24.4"N 73°25'7.8"W											
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO		
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL	
		0.00-0.70m	CAPA VEGETAL												
1m		0.70-1.30m	LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO												
2m		1.30-2.70m	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO	IS			52.5	19.3	1.6				1.49	1.48	
3m		2.70-6.00m	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO												
4m				IS			36.20	15.80	1.66				1.52	1.51	
5m				IS			36.10	15.70	1.63				1.52	1.51	
6m															

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (Ton/m <sup>3</sup> )
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

$N_c, N_q, N_\gamma$  : Factores de

capacidad de carga de

Terzaghi en función de  $\phi$

$\phi$  = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 60.53 \text{ KN/m}^2$$

$q_u$  : Resistencia a la

*compresión inconfiada del  
suelo*

*q : Sobrecarga*

*$\gamma_1$ : Peso unitario del suelo*

*de cimentación*

*B : Base del cimientto*

**PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN**

*La profundidad de cimentación será de -1.40 metros del nivel actual o sea en la capa de Limo arcilloso amarillo oxidado:*

*La sobrecarga será:*

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (0.70 * 12.60) + (0.60 * 16.20) + (0.1 * 15.80)$$

Df : Profundidad de  
Cimentación

$$q = 20.12 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2 : \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

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

$$q_c = 331.24 \text{ KN / m}^2$$

**PRESIÓN ADMISIBLE**

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

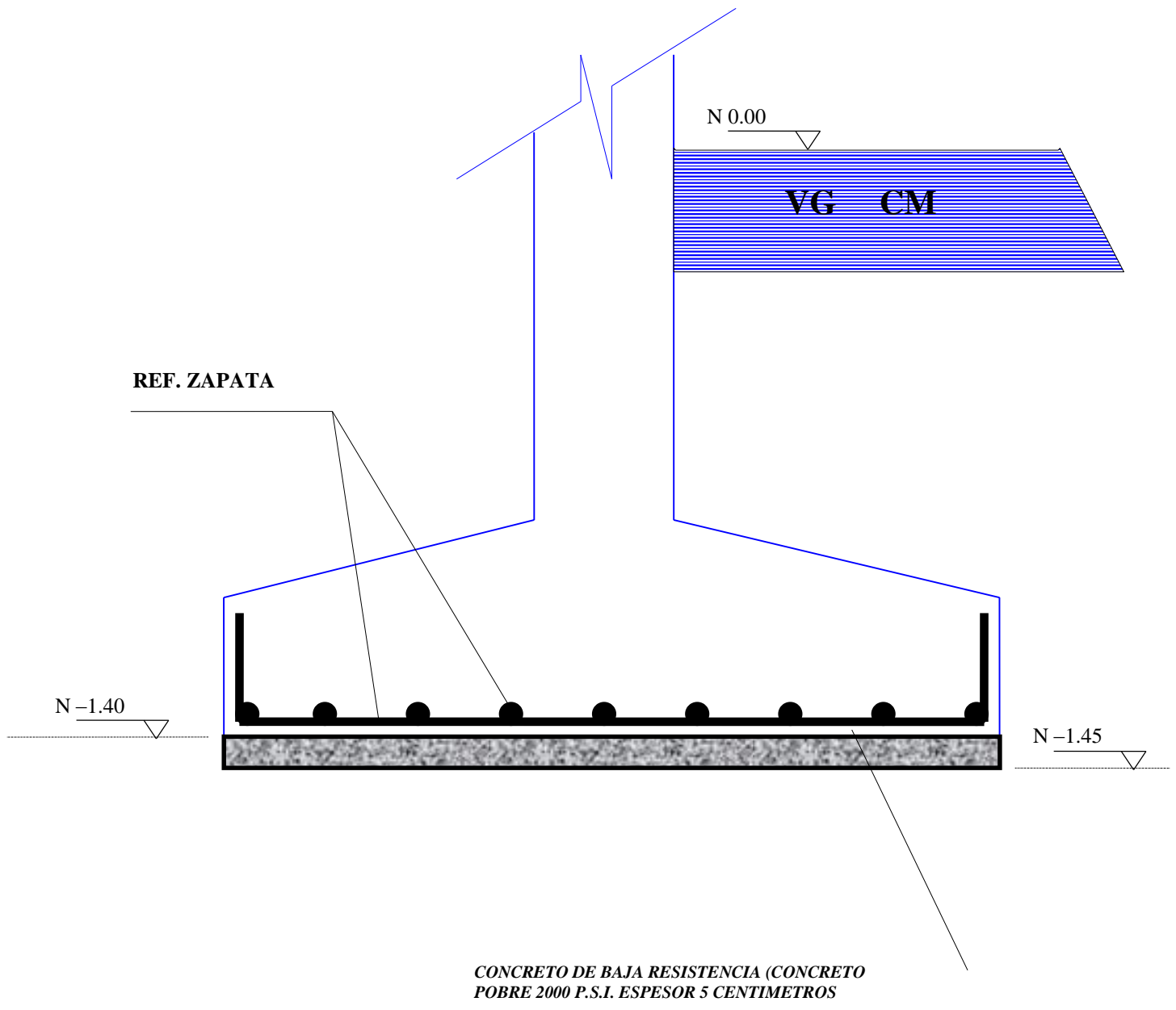
$$q_a = q_c / FS \quad q_a: \text{Capacidad portante admisible}$$

$$q_a = 331.24 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 110.41 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 110 \text{ KN / m}^2$$

## **DETALLE CIMENTACION**





CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT		NUEVO COLON
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	2.01 ton/m <sup>2</sup>
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m <sup>2</sup>
	μs =	0.31
	e <sub>o</sub> =	0.90
	qu =	11.00 ton/m <sup>2</sup>
	Δo =	2.78 ton/m <sup>2</sup>
	LL =	52.70%
	P =	28.00 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 <sub>o</sub> =	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	$H_1 =$	0.00140 m	1.40 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00281 m	2.81 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 - 1.40		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 1.40		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 2.70		
$H_c =$	1.30 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$		$q_f =$	3.11 ton/m <sup>2</sup>	
$Z_i$	$m_i$	$n_i$	$I_c$	$\Delta_i$
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.636
0.65	1.00	0.40	0.10129	0.315
1.30	1.00	0.90	0.16835	0.524
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		VER TABLA ANEXA $\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$	0.25 ton/m <sup>2</sup>			
$Cc =$	0.3843			
$H_3 =$	0.00968 m	9.68 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		
$H_4 =$	0.00119 m	1.19 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento		12.27 mm		
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento		13.67 mm		

## RESULTADOS DE LABORATORIO

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO

PROFUNDIDAD : 0.80 m - 1.20 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.20	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	56.45	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.62	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.62 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO

PROFUNDIDAD : 0.90 m - 1.25 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.88	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	57.00	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.62	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.62 gr / cm <sup>3</sup>
------------------------	---------------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA                    TORRE AMPLIACION TDT  
SITIO                    NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W  
DESCRIPCION        LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO  
FECHA                        jun-18

SONDEO :            1  
CIUDAD :            NUEVO COLON, BOYACA  
PROFUNDIDAD :    1.70 m    -    2.15 m

### 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	58.46	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	59.77	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	<b>1.58 gr / cm<sup>3</sup></b>
------------------------	---------------------------------

**Observaciones:**

**Realizo:** Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 2

SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO

PROFUNDIDAD : 2.10 m - 2.55 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	58.81	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	60.09	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.59	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.59 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar



## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO

PROFUNDIDAD : 2.20 m - 2.65 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	60.20	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	61.15	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.57	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.57 gr / cm <sup>3</sup>
------------------------	---------------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO

PROFUNDIDAD : 3.50 m - 3.95 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	55.49	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	57.59	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	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 NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO

PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	55.84	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	57.91	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	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 NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO

PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	56.18	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	58.19	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	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 NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO

PROFUNDIDAD : 4.90 m - 5.35 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	55.49	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	57.59	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	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 NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO

PROFUNDIDAD : 4.50 m - 4.95 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	55.36	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	57.56	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.66	

### RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.66 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

## PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 3

SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W

CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO

PROFUNDIDAD : 5.40 m - 5.85 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 <sup>3</sup> )	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.15	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	58.90	
DENSIDAD (gr/cm <sup>3</sup> )	1.63	

### RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

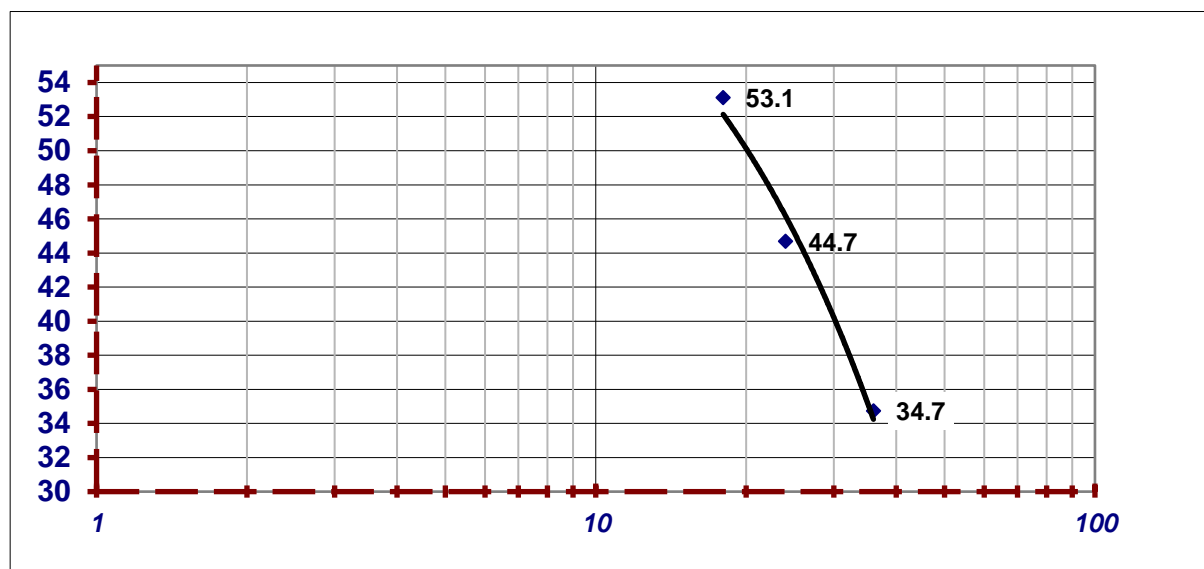
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO PROFUNDIDAD : 0.80 m - 1.25 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 45.20%
Vidrio No.	14	27	3		LIMITE PLASTICO = 24.10%
P1	43.7	47.0	47.0		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	34.7	44.7	53.1		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.4		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.5	24.7		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR





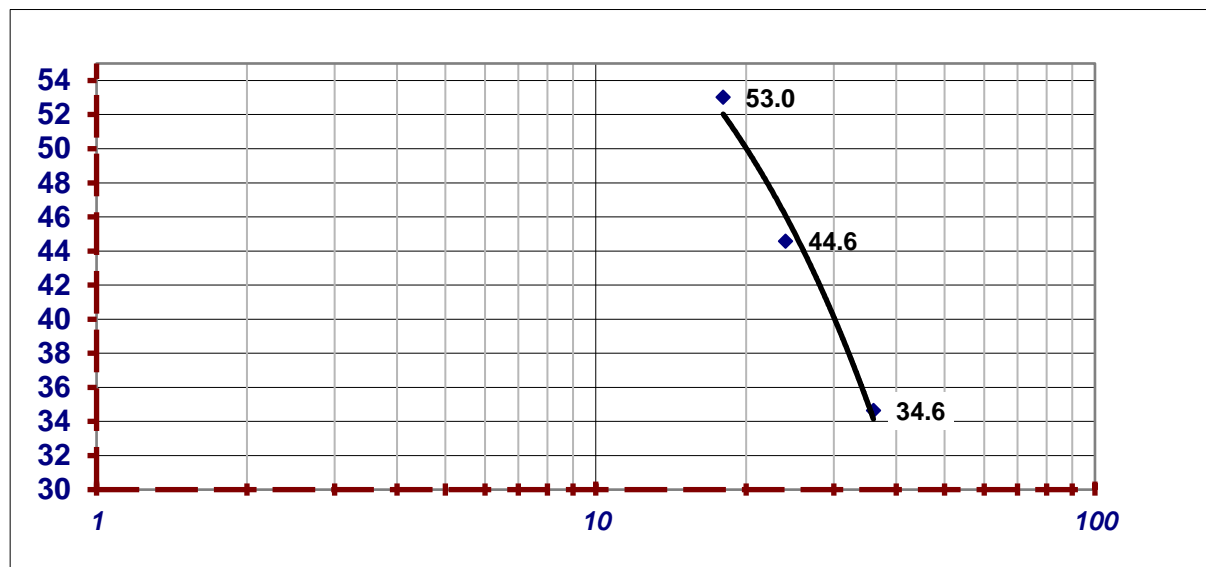
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO PROFUNDIDAD : 0.90 m - 1.25 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 45.10%
Vidrio No.	14	27	3		LIMITE PLASTICO = 23.90%
P1	43.6	46.9	47.0		INDICE DE PLASTICIDAD= 21.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	34.6	44.6	53.0		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	30	12		
P1	44.5	48.3		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.3	24.5		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



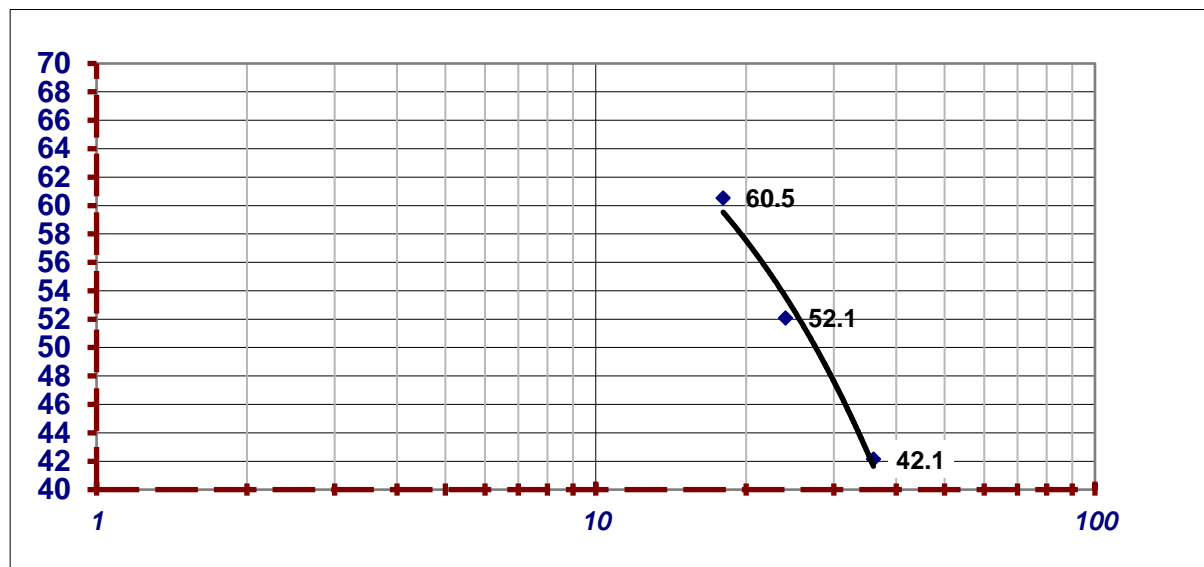
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO PROFUNDIDAD : 1.70 m - 2.15 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 52.60%
Vidrio No.	21	34	10		LIMITE PLASTICO = 33.40%
P1	45.4	48.7	48.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 19.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	42.1	52.1	60.5		

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



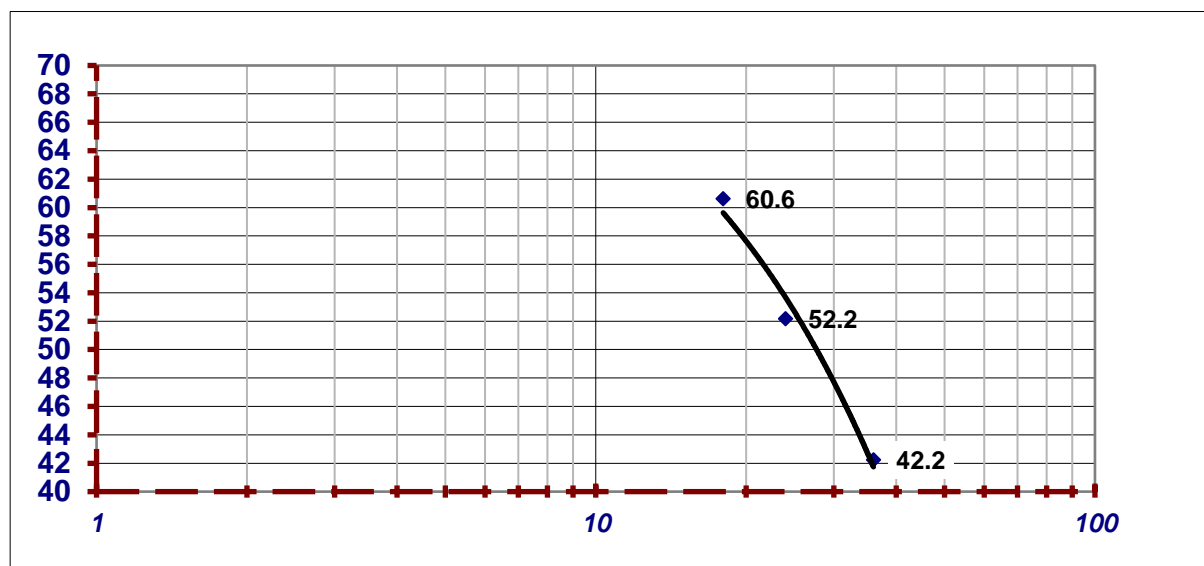
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO PROFUNDIDAD : 2.10 m - 2.55 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 52.70%
Vidrio No.	21	34	10		LIMITE PLASTICO = 33.60%
P1	45.5	48.7	48.8		INDICE DE PLASTICIDAD= 19.10%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	42.2	52.2	60.6		

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



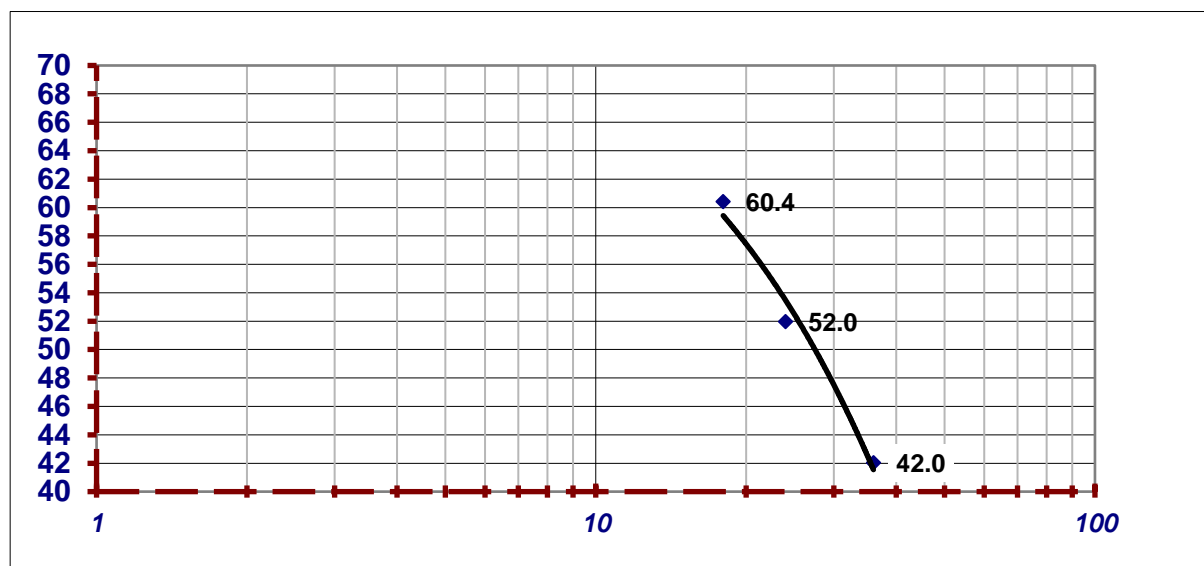
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO PROFUNDIDAD : 2.20 m - 2.65 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 52.50%
Vidrio No.	21	34	10		LIMITE PLASTICO = 33.20%
P1	45.4	48.7	48.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 19.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	42.0	52.0	60.4		

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



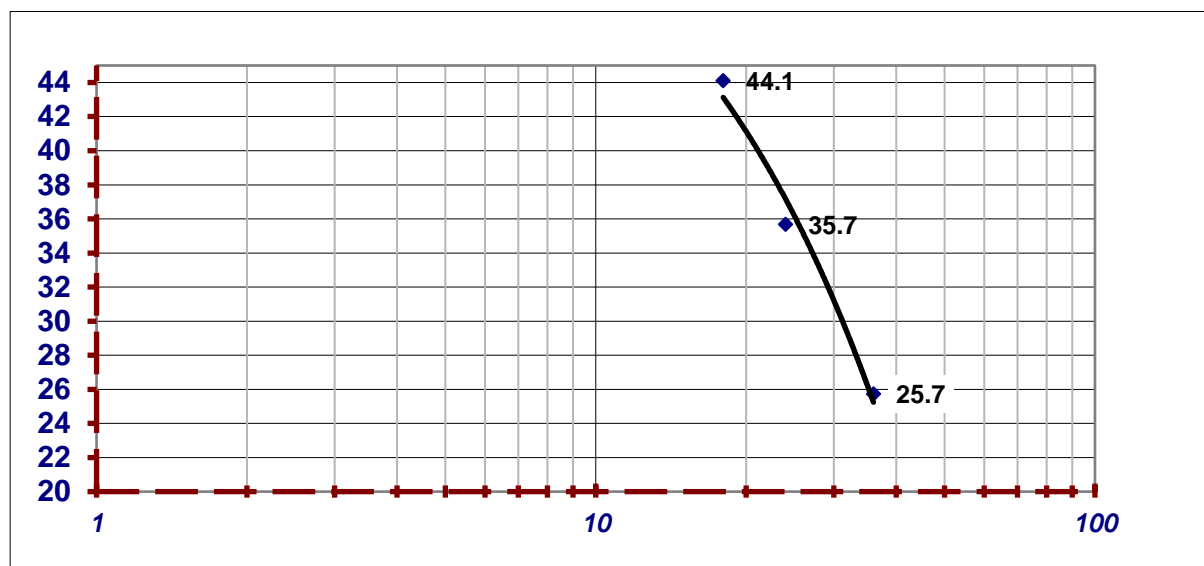
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO PROFUNDIDAD : 3.50 m - 3.95 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 36.20%
Vidrio No.	5	18	-6		LIMITE PLASTICO = 20.40%
P1	41.5	44.8	44.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 15.80%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	25.7	35.7	44.1		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	27	9		
P1	43.6	47.4		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	19.8	21		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



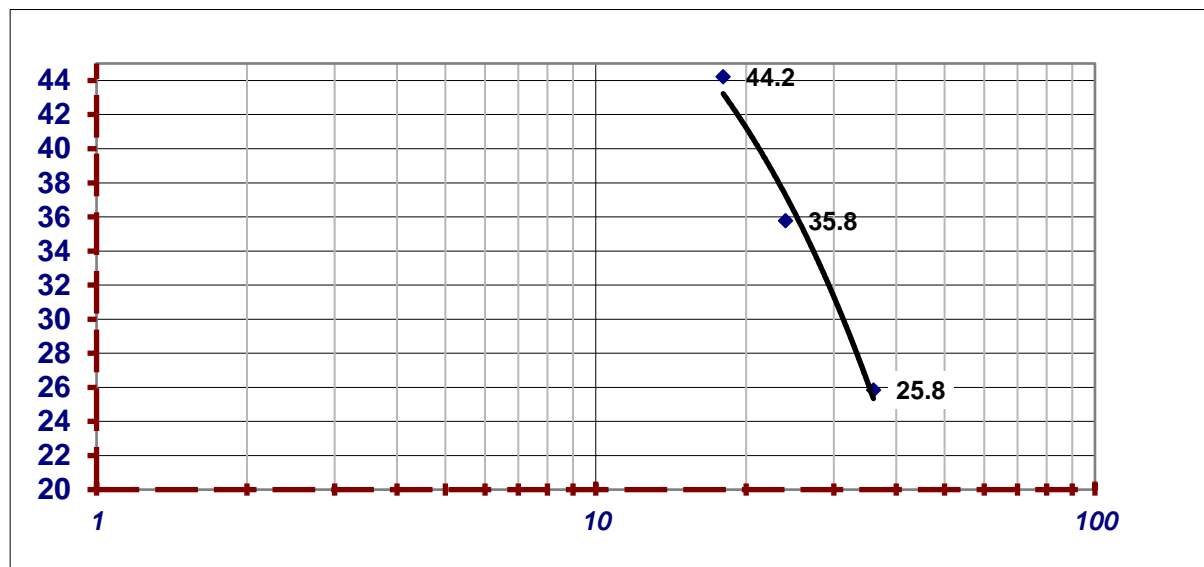
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 36.30%
Vidrio No.	5	18	-6		LIMITE PLASTICO = 20.70%
P1	41.5	44.9	45.0		INDICE DE PLASTICIDAD= 15.60%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	25.8	35.8	44.2		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	27	9		
P1	43.7	47.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	20.1	21.3		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



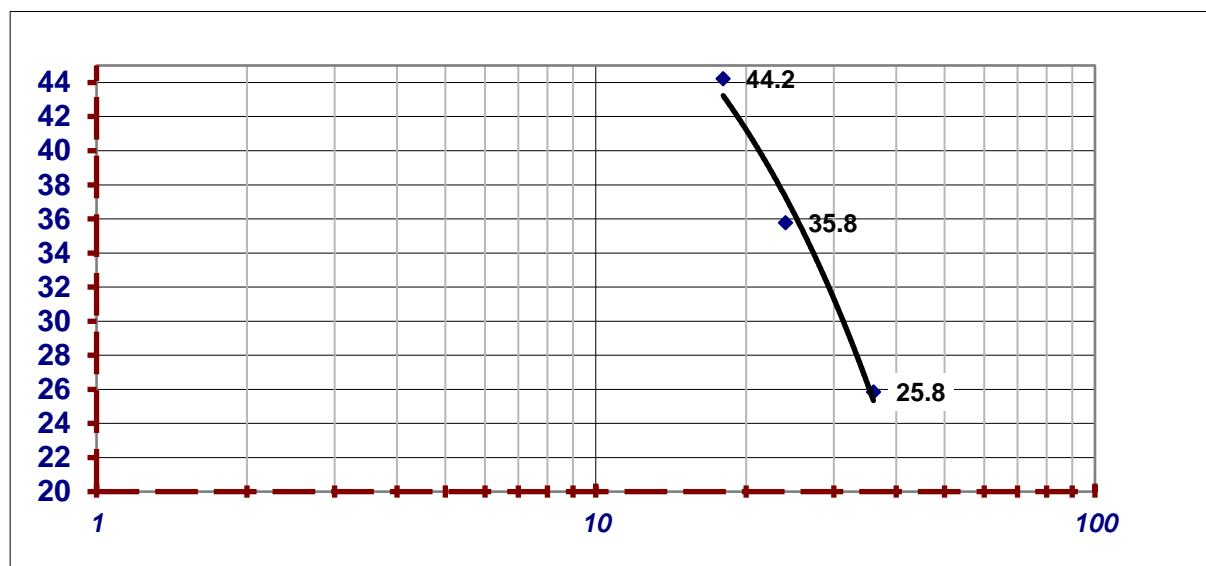
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 36.30%
Vidrio No.	5	18	-6		LIMITE PLASTICO = 20.70%
P1	41.5	44.9	45.0		INDICE DE PLASTICIDAD= 15.60%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	25.8	35.8	44.2		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	27	9		
P1	43.7	47.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	20.1	21.3		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



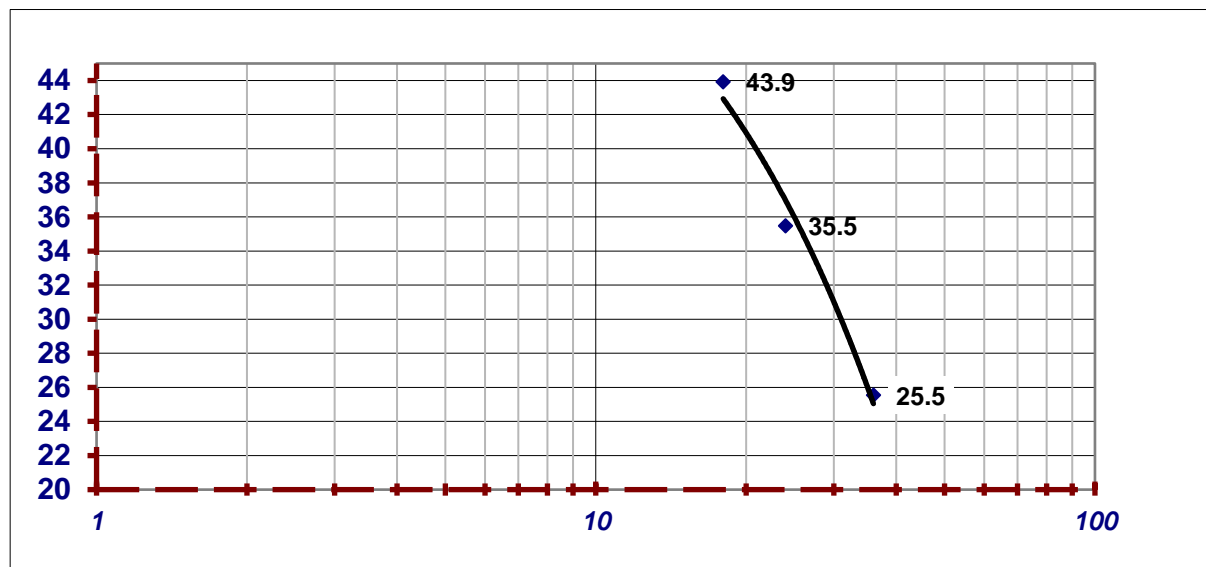
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO PROFUNDIDAD : 4.90 m - 5.35 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 36.00%
Vidrio No.	5	18	-6		LIMITE PLASTICO = 20.20%
P1	41.5	44.8	44.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 15.80%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	25.5	35.5	43.9		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	27	9		
P1	43.6	47.3		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	19.6	20.8		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR





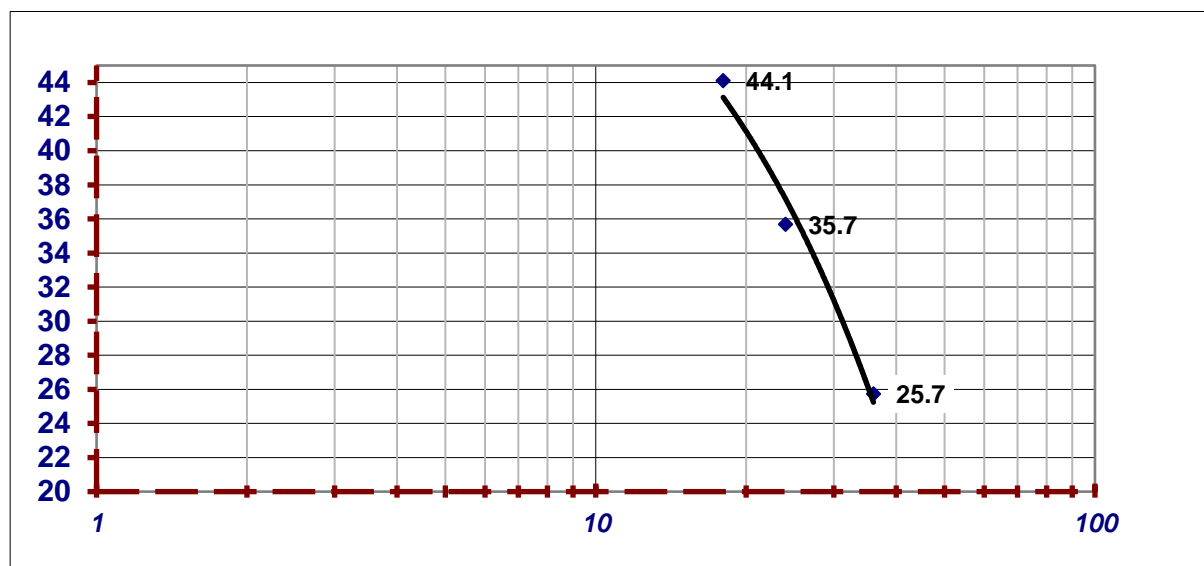
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO PROFUNDIDAD : 4.50 m - 4.95 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 36.20%
Vidrio No.	5	18	-6		LIMITE PLASTICO = 20.40%
P1	41.5	44.8	44.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 15.80%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	25.7	35.7	44.1		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	27	9		
P1	43.6	47.4		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	19.8	21		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



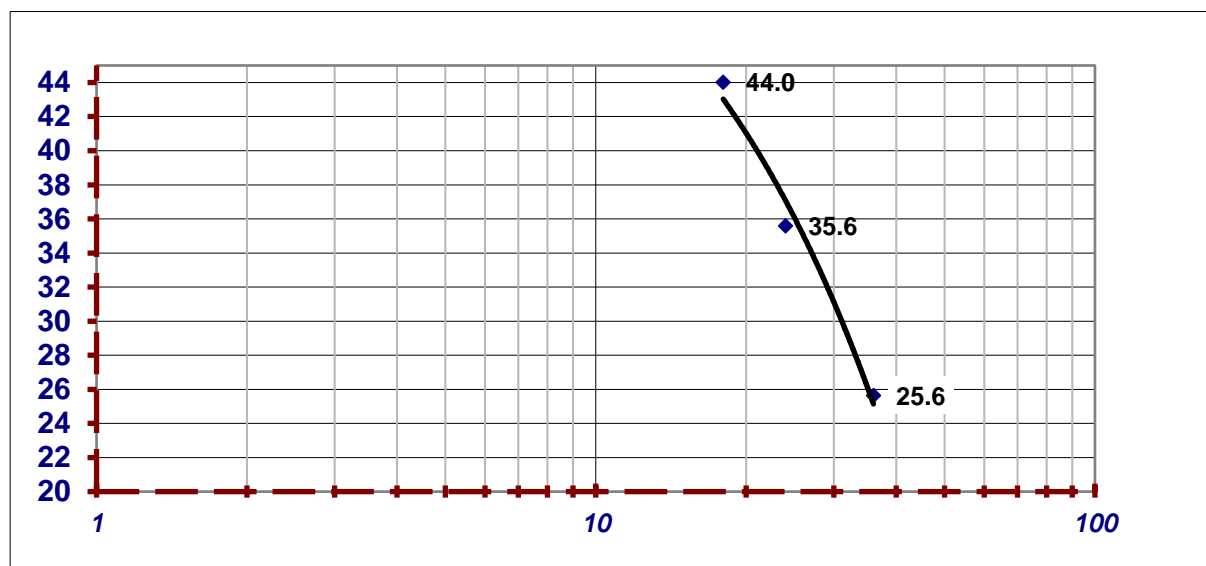
# LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3  
 SITIO NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W CIUDAD : NUEVO COLON, BOYACA  
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO PROFUNDIDAD : 5.40 m - 5.85 m  
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 36.10%
Vidrio No.	5	18	-6		LIMITE PLASTICO = 20.40%
P1	41.5	44.8	44.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 15.70%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	25.6	35.6	44.0		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	27	9		
P1	43.6	47.4		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	19.8	21		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W  
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1  
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO CARMELITO OSCURO  
 PROFUNDIDAD: 0.80 m - 1.20 m

ALTURA INICIAL H: 10.62 cm  
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm  
 AREA INICIAL: 21.24 cm<sup>2</sup>  
 VOLUMEN INICIAL: 225.54 cm<sup>3</sup>  
 PESO INICIAL Po: 365.37 g  
 PESO SECO Pf: 227.88 g  
 HUMEDAD W: 60.34%

LIMITE LIQUIDO W<sub>L</sub>:  
 LIMITE PLASTICO W<sub>p</sub>:  
 PASO MALLA No: 200 %:  
 PESO UNITARIO G<sub>v</sub>: 1.62 g/cm<sup>3</sup>  
 RELACION DE VACIOS e:  
 GRADO DE SATURACION S:

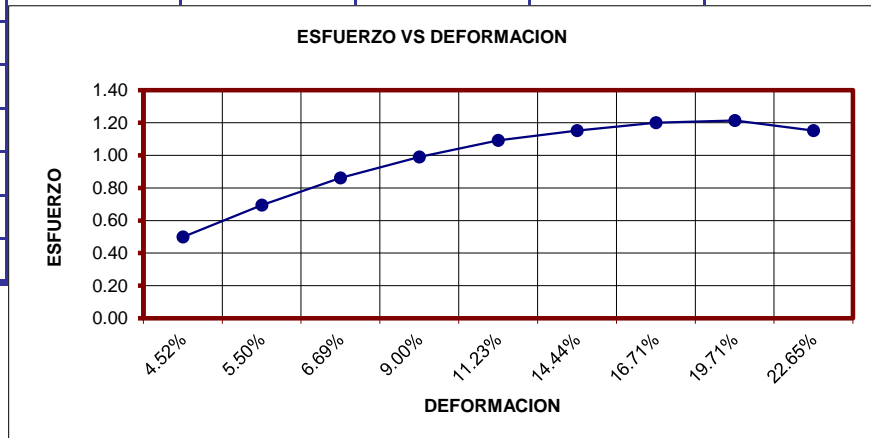
ANILLO DE CARGA No.

FACTOR DE CALIBRACION:

0.139

A= 100 A<sub>o</sub> / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm <sup>2</sup>
66	4.52%	14	11.096	0.9548	22.243	0.50
86	5.50%	24	15.598	0.9450	22.474	0.69
106	6.69%	32	19.600	0.9331	22.761	0.86
146	9.00%	40	23.102	0.9100	23.338	0.99
186	11.23%	48	26.105	0.8877	23.925	1.09
226	14.44%	56	28.607	0.8556	24.822	1.15
266	16.71%	60	30.609	0.8329	25.499	1.20
326	19.71%	62	32.111	0.8029	26.452	1.21
386	22.65%	61	31.611	0.7735	27.457	1.15







## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :	NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W
CORRESPONDEN A :	SONDEO No. 2
DESCRIPCION:	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO
PROFUNDIDAD:	2.10 m - 2.55 m

ALTURA INICIAL H:	10.56 cm
DIAMETRO INICIAL:	5.20 cm
AREA INICIAL:	21.24 cm <sup>2</sup>
VOLUMEN INICIAL:	224.26 cm <sup>3</sup>
PESO INICIAL Po:	356.58 g
PESO SECO Pf:	224.32 g
HUMEDAD W:	58.96%

LIMITE LIQUIDO Wl:  
 LIMITE PLASTICO Wp:  
 PASO MALLA No: 200 %:  
 PESO UNITARIO Gv: 1.59 g/cm3  
 RELACION DE VACIOS e:  
 GRADO DE SATURACION S:

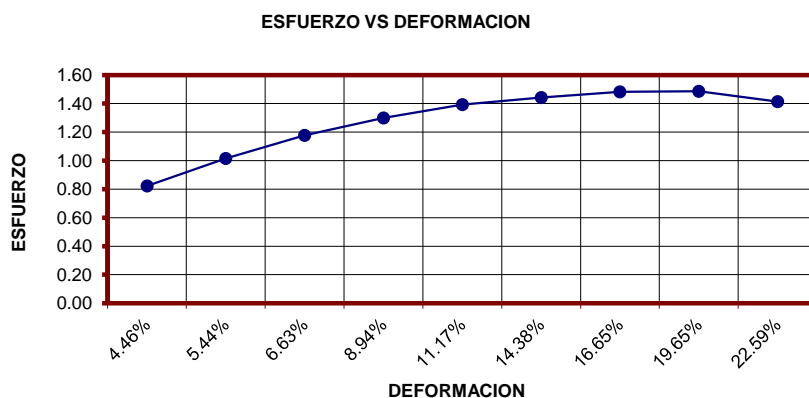
ANILLO DE CARGA No.

**FACTOR DE CALIBRACION:**

**0.139**

**A= 100 A<sub>o</sub> / (100-% DEFORMACION)**

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm2	kg/cm2
65	4.46%	14	18.286	0.9554	22.229	0.82
85	5.44%	24	22.788	0.9456	22.460	1.01
105	6.63%	32	26.790	0.9337	22.746	1.18
145	8.94%	40	30.292	0.9106	23.323	1.30
185	11.17%	48	33.295	0.8883	23.908	1.39
225	14.38%	56	35.797	0.8562	24.804	1.44
265	16.65%	60	37.799	0.8335	25.480	1.48
325	19.65%	62	39.301	0.8035	26.432	1.49
385	22.59%	61	38.801	0.7741	27.436	1.41



## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :	NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W
CORRESPONDEN A :	SONDEO No. 3
DESCRIPCION:	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OXIDADO
PROFUNDIDAD:	2.20 m - 2.65 m

ALTURA INICIAL H:	10.55 cm
DIAMETRO INICIAL:	5.20 cm
AREA INICIAL:	21.24 cm <sup>2</sup>
VOLUMEN INICIAL:	224.05 cm <sup>3</sup>
PESO INICIAL Po:	351.76 g
PESO SECO Pf:	221.94 g
HUMEDAD W:	58.49%

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

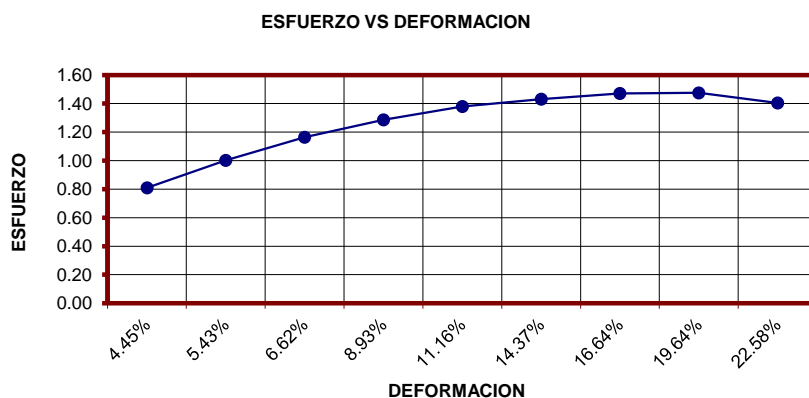
ANILLO DE CARGA No.

**FACTOR DE CALIBRACION:**

**0.139**

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

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm2	kg/cm2
65	4.45%	14	17.994	0.9555	22.227	0.81
85	5.43%	24	22.496	0.9457	22.457	1.00
105	6.62%	32	26.498	0.9338	22.743	1.17
145	8.93%	40	30.000	0.9107	23.320	1.29
185	11.16%	48	33.003	0.8884	23.906	1.38
225	14.37%	56	35.505	0.8563	24.801	1.43
265	16.64%	60	37.507	0.8336	25.477	1.47
325	19.64%	62	39.009	0.8036	26.429	1.48
385	22.58%	61	38.509	0.7742	27.432	1.40







## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

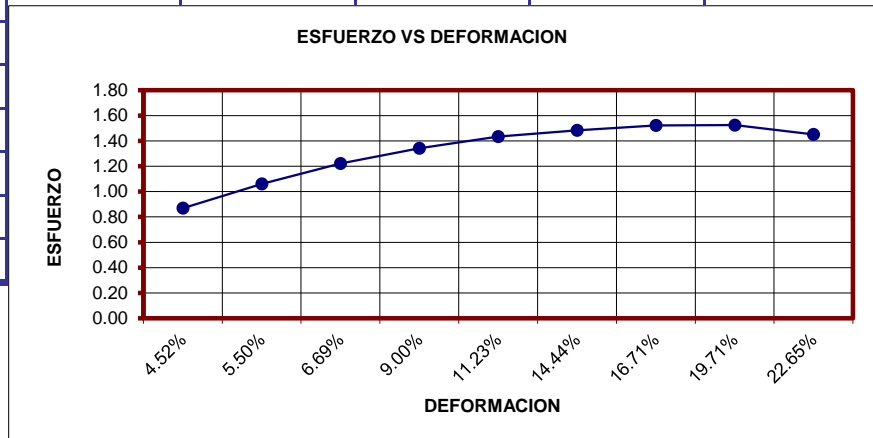
MUESTRAS TOMADAS EN : NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W  
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1  
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO  
 PROFUNDIDAD: 4.10 m - 4.55 m

ALTURA INICIAL H: 10.62 cm  
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm  
 AREA INICIAL: 21.24 cm<sup>2</sup>  
 VOLUMEN INICIAL: 225.54 cm<sup>3</sup>  
 PESO INICIAL Po: 372.14 g  
 PESO SECO Pf: 231.44 g  
 HUMEDAD W: 60.79%

LIMITE LIQUIDO W<sub>L</sub>:  
 LIMITE PLASTICO W<sub>p</sub>:  
 PASO MALLA No: 200 %:  
 PESO UNITARIO G<sub>v</sub>: 1.65 g/cm<sup>3</sup>  
 RELACION DE VACIOS e:  
 GRADO DE SATURACION S:

ANILLO DE CARGA No. FACTOR DE CALIBRACION: 0.139  
 A= 100 A<sub>o</sub> / (100-% DEFORMACION)

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm <sup>2</sup>
66	4.52%	14	19.316	0.9548	22.243	0.87
86	5.50%	24	23.818	0.9450	22.474	1.06
106	6.69%	32	27.820	0.9331	22.761	1.22
146	9.00%	40	31.322	0.9100	23.338	1.34
186	11.23%	48	34.325	0.8877	23.925	1.43
226	14.44%	56	36.827	0.8556	24.822	1.48
266	16.71%	60	38.829	0.8329	25.499	1.52
326	19.71%	62	40.331	0.8029	26.452	1.52
386	22.65%	61	39.831	0.7735	27.457	1.45







## ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN :	NUEVO COLON, 5°21'24.4"N 73°25'7.8"W
CORRESPONDEN A :	SONDEO No. 3
DESCRIPCION:	LIMO ARCILLOSO AMARILLO OSCURO
PROFUNDIDAD:	4.50 m - 4.95 m

ALTURA INICIAL H:	10.67 cm
DIAMETRO INICIAL:	5.20 cm
AREA INICIAL:	21.24 cm <sup>2</sup>
VOLUMEN INICIAL:	226.60 cm <sup>3</sup>
PESO INICIAL Po:	376.16 g
PESO SECO Pf:	232.63 g
HUMEDAD W:	61.70%

LIMITE LIQUIDO Wl:  
 LIMITE PLASTICO Wp:  
 PASO MALLA No: 200 %:  
 PESO UNITARIO Gv: 1.66 g/cm3  
 RELACION DE VACIOS e:  
 GRADO DE SATURACION S:

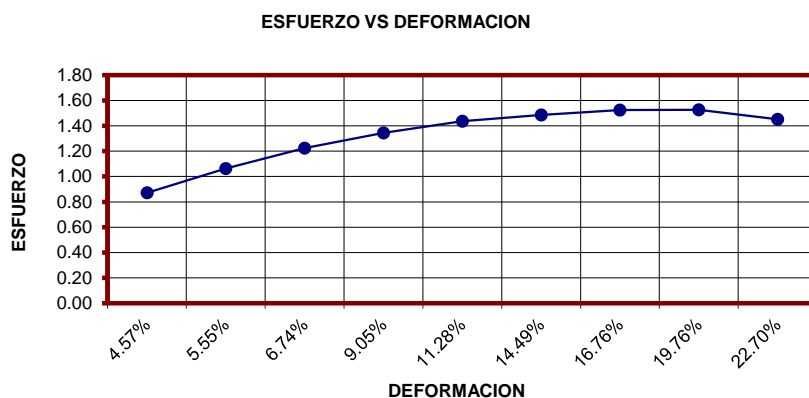
ANILLO DE CARGA No.

**FACTOR DE CALIBRACION:**

**0.139**

**A= 100 A<sub>o</sub> / (100-% DEFORMACION)**

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm2	kg/cm2
66	4.57%	14	19.385	0.9543	22.255	0.87
86	5.55%	24	23.887	0.9445	22.486	1.06
106	6.74%	32	27.889	0.9326	22.773	1.22
146	9.05%	40	31.391	0.9095	23.351	1.34
186	11.28%	48	34.394	0.8872	23.938	1.44
226	14.49%	56	36.896	0.8551	24.836	1.49
266	16.76%	60	38.898	0.8324	25.514	1.52
326	19.76%	62	40.400	0.8024	26.468	1.53
386	22.70%	61	39.900	0.7730	27.475	1.45





# INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN.





### SONDEOS



















