

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
6°00'33.40" NORTE, 75°22'38.90" OESTE
LA CEJA, ANTIOQUIA

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
6°00'33.40" NORTE, 75°22'38.90" OESTE
LA CEJA, ANTIOQUIA**

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**

LISTA DE FIGURAS

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 La Ceja - Antioquia, al oriente del casco urbano.*

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

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

2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

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

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

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

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

Se define que el nivel de complejidad es baja, debido a que la estructura pesa alrededor de 290 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

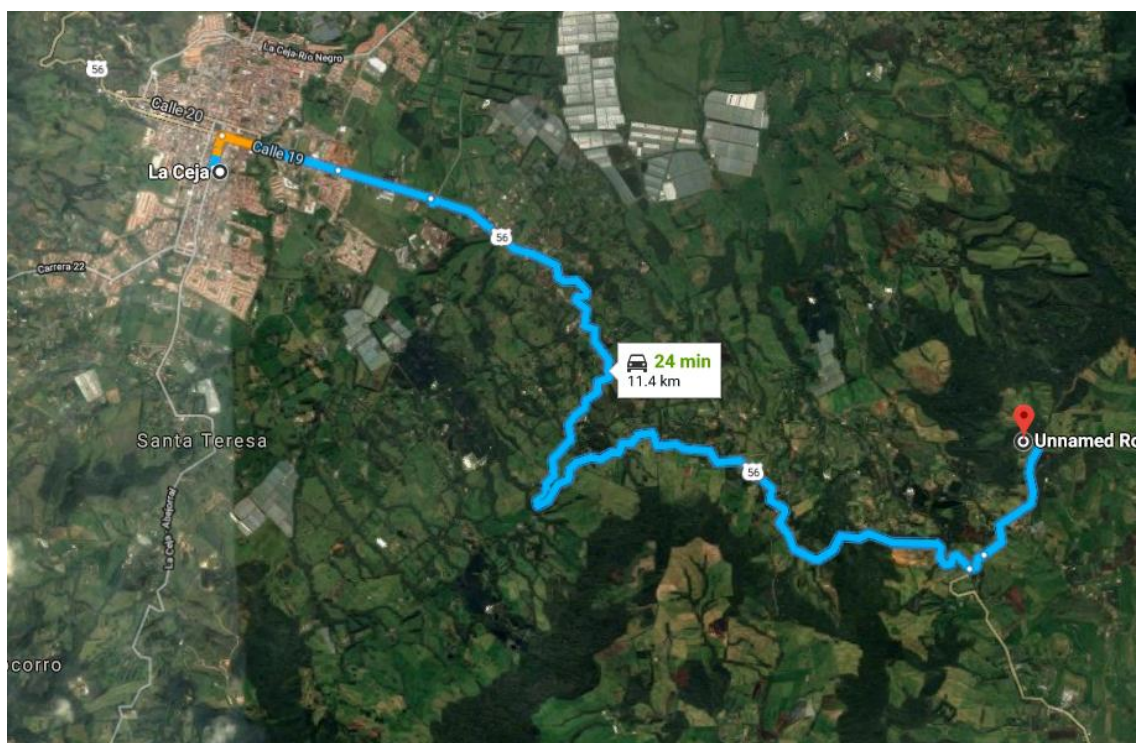
- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

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 La Ceja - Antioquia, en las siguientes coordenadas:

6°00'33.40" Norte, 75°22'38.90" Oeste.



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio de La Ceja está localizado en la subregión Oriente del departamento de Antioquia; limita Por el Norte Rionegro; por el nororiente el Carmen del Viboral; por el oriente La Unión, por el sur Abejorral; por el suroccidente Montebello y por el occidente El Retiro.



El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 2143m, la temperatura promedio es de 18°C; El municipio de La Ceja tiene vías de acceso a Medellín (41 Km pasando por El Retiro y Envigado), a Rionegro (19 Km

pasando por El Carmen de Viboral), a La Unión (16 Km), a Abejorral (42 Km), a El Retiro (16 Km), A Montebello (20 Km) y a El Carmen de Viboral (14 Km). El acceso a la ubicación del proyecto se hace por una carretera veredal destapada vía a la vereda El Uchuval saliendo del municipio por la vía al municipio de la Unión.

El clima de La Ceja se clasifica como cálido y templado. La Ceja tiene una cantidad significativa de lluvia durante el año.

El proyecto contempla la construcción de una torre auto soportada de 65 metros de altura, para la instalación del sistema radiante requerido.

El lote del terreno es plano, y ya existen las instalaciones de EDATEL.

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 - 0.30 m Capa vegetal.

De 0.30 - 1.00 m Capa orgánica negra.

De 1.00 - 2.90 m Limo arcilloso gris oscuro.

*De 2.90 - 6.00 m Limo arcilloso rojizo con
presencia de gravilla fina.*

El manto de Limo arcilloso gris oscuro, es de alta plasticidad, con limite liquido de 96.40 %, el índice de plasticidad es de 47.20. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 0.72 kg. /cm², indicando un estrato de consistencia media blanda.

El manto de Limo arcilloso rojizo con presencia de gravilla fina menor a $\frac{1}{4}$ ", es de baja plasticidad, con limite liquido de 52.60%, el índice de plasticidad es de 26.80. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.53 kg. /cm², indicando un estrato de consistencia media blanda.

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

5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO

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

5.3 NIVEL Y TIPO DE CIMENTACIÓN

De acuerdo al tipo de perfil 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 2.95 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 1.53 kg./cm²*
- *Peso unitario del suelo 17.3 KN/m³*

Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (qa) de 135 KN/m²; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.

RESUMEN GENERAL

Profundidad de cimentación	2.95 (m)
Estrato portante	Limo arcilloso rojizo con presencia de gravilla fina
Capacidad portante	13.5 (t/m ²)
Módulo de reacción K	1622.11 (t/m ³)
Angulo de fricción φ	27°
Peso unitario γ	1.73 (gr/cm ³)
Coeficiente de presión activa Ka	0.38

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

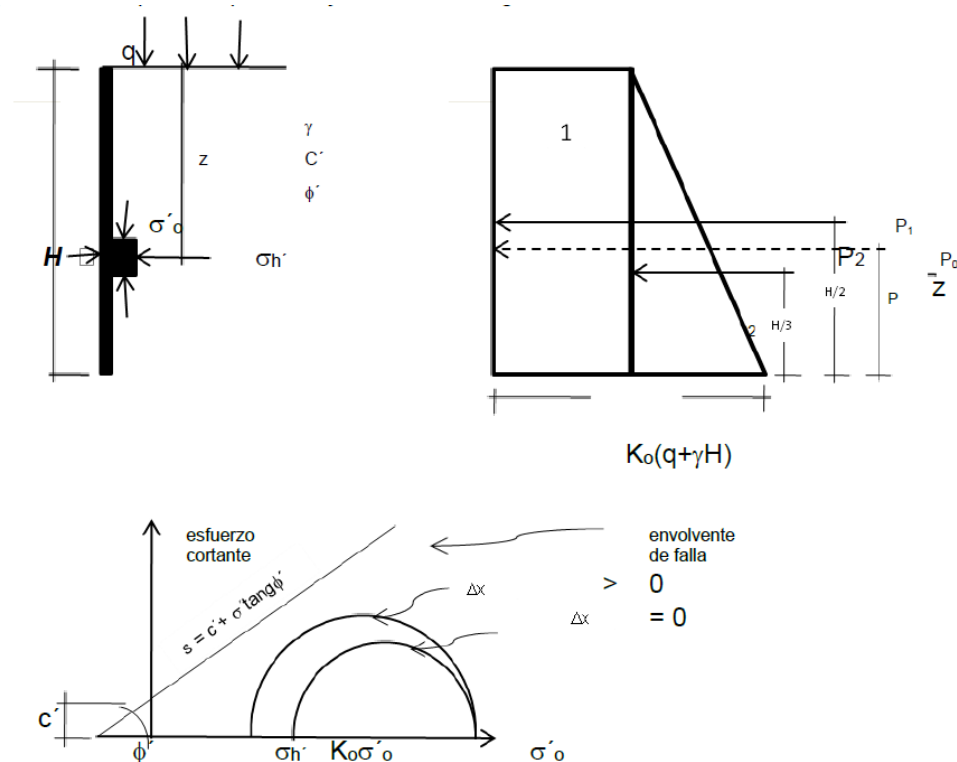
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

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

$S_u = C$	75.05 KN/m ²
q_c	405.53 KN/m ²
q_a	135 KN/m ²
q	45.47 KN/m ²

DISEÑO

S_{ud}	17.42 KN/m ²	
F_{SBU}	4.31 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:

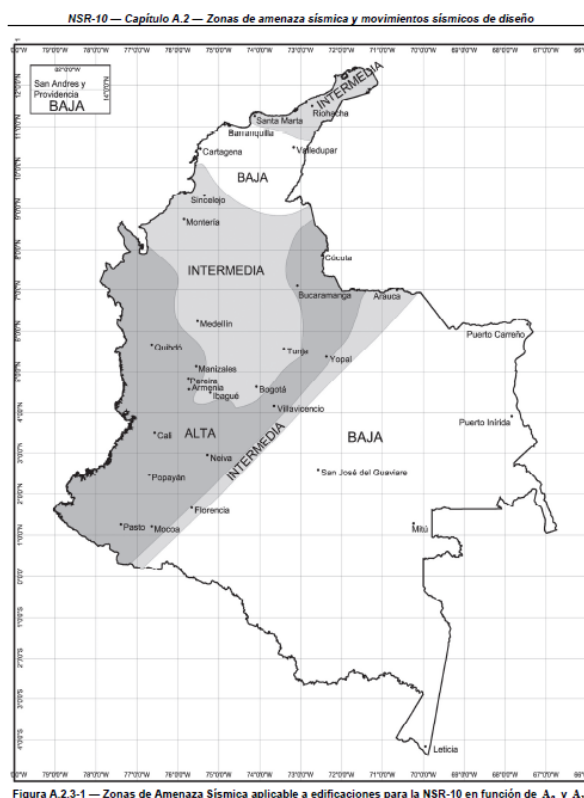
3.00

FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:

4.31

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 La Ceja se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico Intermedia, y que el perfil del subsuelo corresponde al tipo D.



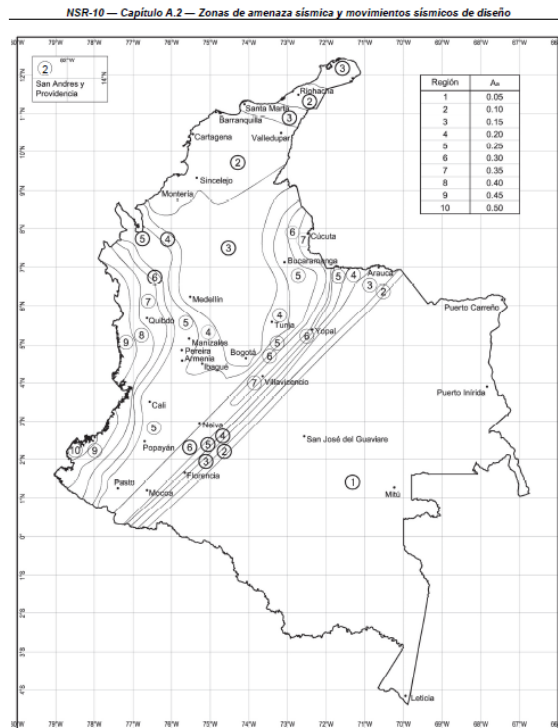


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de A_a

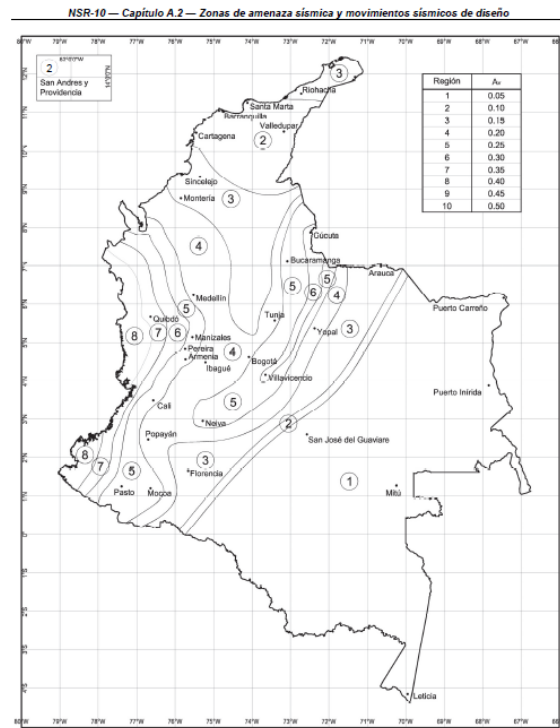


Figura A.2.3-3 - Mapa de valores de A_v

- 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 0.20. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.50$, $F_v = 2.00$, $T_c = 0.85$, $T_L = 4.80$ y $T_0 = 0.18$.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas 6°00'33.40" Norte, 75°22'38.90" Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de LA Ceja, departamento de Antioquia.
- 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 metros de espesor, suelo catalogado como incompetente para cimentación de estructuras, adicionalmente se deberá retirar la capa de limo arcilloso gris oscuro por su baja capacidad portante; en consecuencia, este manto debe ser excavado para llegar al nivel de cimentación.

- *El suelo de cimentación para la torre corresponde a una Limo arcilloso rojizo con presencia de gravilla fina.*
- *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 135 KN/m².*
- *El Municipio de La Ceja se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico intermedio; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico A_a esperado es de 0.15 y $A_v = 0.20$. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.50$, $F_v = 2.00$, $T_c = 0.85$, $T_L = 4.80$ y $T_0 = 0.18$.*
- *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 2.95 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.
- Las excavaciones para la construcción de la cimentación, podrán ser efectuadas con taludes 1.0H:1.5V, pero éstas deberán permanecer abiertas el menor tiempo posible con el fin de evitar el desprendimiento de materiales de las paredes. En caso de inestabilidad del corte se recomienda aplicar una lechada con cemento al talud expuesto, con el fin de protegerlo contra el agua.
- Se recomienda efectuar las obras constructivas en el menor tiempo posible después de realizadas las excavaciones para evitar la socavación del suelo.

- *Es preciso adelantar rápidamente los procesos de excavación y construcción, con el fin de reducir el rebote o hinchamiento del suelo.*
- *Las recomendaciones generales para entibados en el presente proyecto, para lo cual se tuvo en cuenta lo establecido en la norma EAB NS-072 Entibados y Tablestacados. En dicha norma se encuentran los esquemas y recomendaciones generales para estas estructuras temporales de protección de excavaciones.*
- *Las excavaciones podrán ser verticales, preferiblemente mediante entibamiento temporal para profundidades superiores a los 1.50 m. La excavación en zanjas sus cortes y taludes deben en lo posible ser verticales para garantizar la distribución de esfuerzos cortantes, son criterios de seguridad para los operarios y obra.*
- *Para profundidades de excavación de zanja de hasta 2.50m se recomienda emplear el entibado Tipo ED 1 Entibado Discontinuo en Madera, que consiste en un sistema de entibado discontinuo en madera, con base en el uso largueros, puntales y codales en madera o metálicos. Los elementos que lo conforman son los siguientes:*

- *Puntales: Tablas verticales de madera de sección rectangular mínima de 0.04 x 0.20 m, con espacios libres máximos de 0.20 m.*
- *Largueros: Vigas en madera de sección mínima 0.10 x 0.20 x 3.00 m.*
- *Codales. Postes metálicos telescópicos de diámetro mínimo 101.6 mm (4") o elementos en madera de 0.12 m de diámetro como mínimo, distribuidos en niveles con separación vertical máxima de 1.60 metros y separación horizontal máxima de 1.60 m en la zona central del larguero y de 1.40 en los extremos del larguero.*
- *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

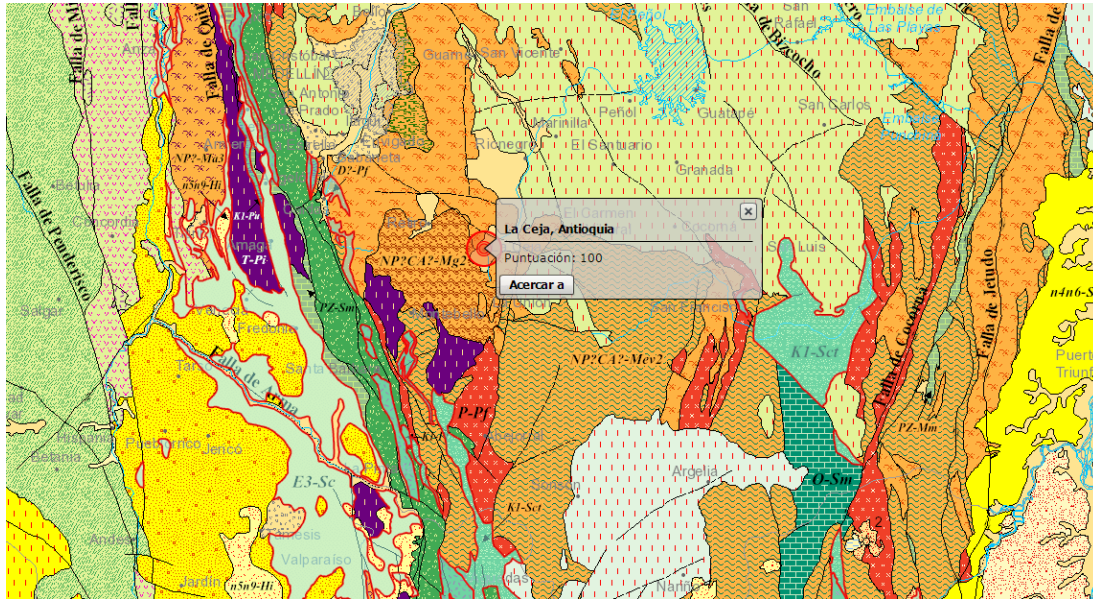
1"	50 - 80
N° 4	20 - 50
N° 200	0 - 20

- 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



Los terrenos están constituidos por rocas en alto grado de metamorfismo y de diverso origen, que en zonas locales definen Orto y Paraneises, pero que regularmente consideradas determinan una migmatita originada por la unión íntima de ambas rocas. Dichas rocas tienen inclusiones de esquistos y de anfibolitas en espesores que no exceden los cinco metros; el grado de meteorización de estas rocas es muy alto, con desarrollos de coberturas de suelos que superan los diez metros de potencia.

Paleosoma y neosoma de las migmatitas corresponden, respectivamente, a rocas metamórficas de origen pelítico y a rocas granítico-granodioríticas con zonas aplíticas y

pegmatíticas y acorde a ello, el cuerpo rocoso presenta estructuras muy variables.

En el Municipio de La Ceja del Tambo se encuentran tanto rocas Metamórficas (migmatitas, anfibolitas, cuarcitas), como Ígneas (Neiss Intrusivo de Abejorral, Stock del Buey) y Sedimentarias (Depósitos de vertiente, aluviales, eólicos, antrópicos).

La zona sur del Municipio está formada en gran parte de su área de rocas metamórficas, instruidas por los cuerpos ígneos en los extremos sureste y suroeste. En la Zona norte se localiza la planicie aluvial del Río Pereira, rodeada por los cuerpos metamórficos y depósitos de Vertiente

GEOMORFOLOGIA

La conjugación del clima, la geomorfología y la litología parental inciden en la formación y proceso de evolución de los suelos, esto da vía a macrounidades generadas a partir de procesos denudativos y generadas a partir de procesos deposicionales, tales como:

Macrounidad de Vertiente: Comprende la parte alta e intermedia de la cuenca, en inmediaciones de la vereda El

Roble, entre las curvas de nivel 2300 y 2000. Se caracteriza por tener cuchillas estrechas y alargadas, con presencia de silletas y pendientes fuertes y rectilíneas. Las pendientes fuertes están sometidas a una escorrentía intensa que arrastra el material arenoso y contribuye así a suavizar el perfil de la vertiente.

Macrounidad de Colinas y Lomas: Esta zona está dominada por colinas de vertientes cortas y de pendiente fuerte a moderada, ligeramente redondeadas, correspondientes al saprofito derivado de las rocas ígneas del Batolito antioqueño. Se caracterizan por tener laderas que divergen en todas las direcciones a partir de una cima relativamente estrecha y por poseer una base con forma desde circular a elíptica. En esta macrounidad se observan formas predominantemente cóncavas.

Macrounidad de Depósitos Aluviales: Está ubicada en la parte baja de la cuenca, aproximadamente entre las desembocaduras de la quebrada Cañada Fea y La Laguna a la quebrada La Ceja, hasta la desembocadura de esta última al embalse.

Está conformada por llanuras de inundación y terrazas a ambos lados del cauce principal, probablemente originadas

por descensos en el nivel base de erosión, siendo el proceso predominante la erosión (incisión) vertical sobre el cauce de la quebrada. El perfil de la terraza corresponde a material grueso granular, cantos redondeados a subredondeados de diámetros decimétricos, dentro de una matriz areno-limosa con algunos lentes de arcilla de espesor variable, esta unidad ha sido sometida a una fuerte intervención de origen antrópico con acciones como movimientos de tierra y extracción de material de playa. Como consecuencia se ha modificado del paisaje. Dado que en muchos casos la extracción se realiza desviando el cauce para facilitar el aprovechamiento, se promueven los desplomes y cárcavas, que ya en la zona baja dejan ver procesos erosivos avanzados.

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.

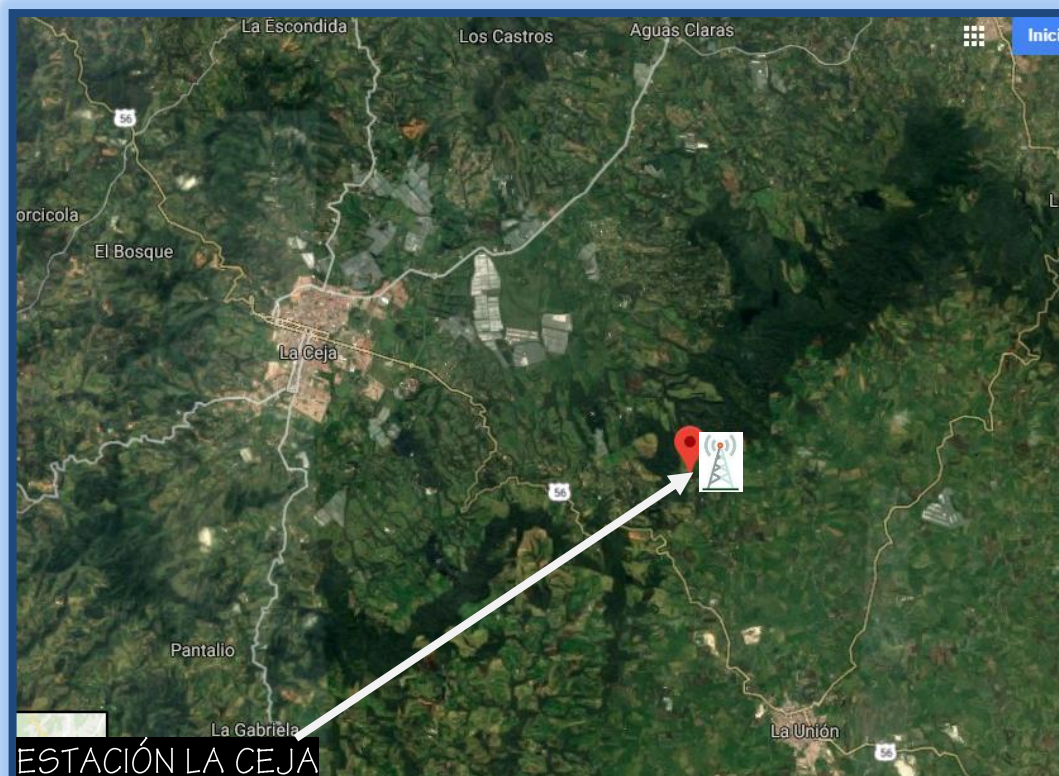
Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.

LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL

LOCALIZACION REGIONAL

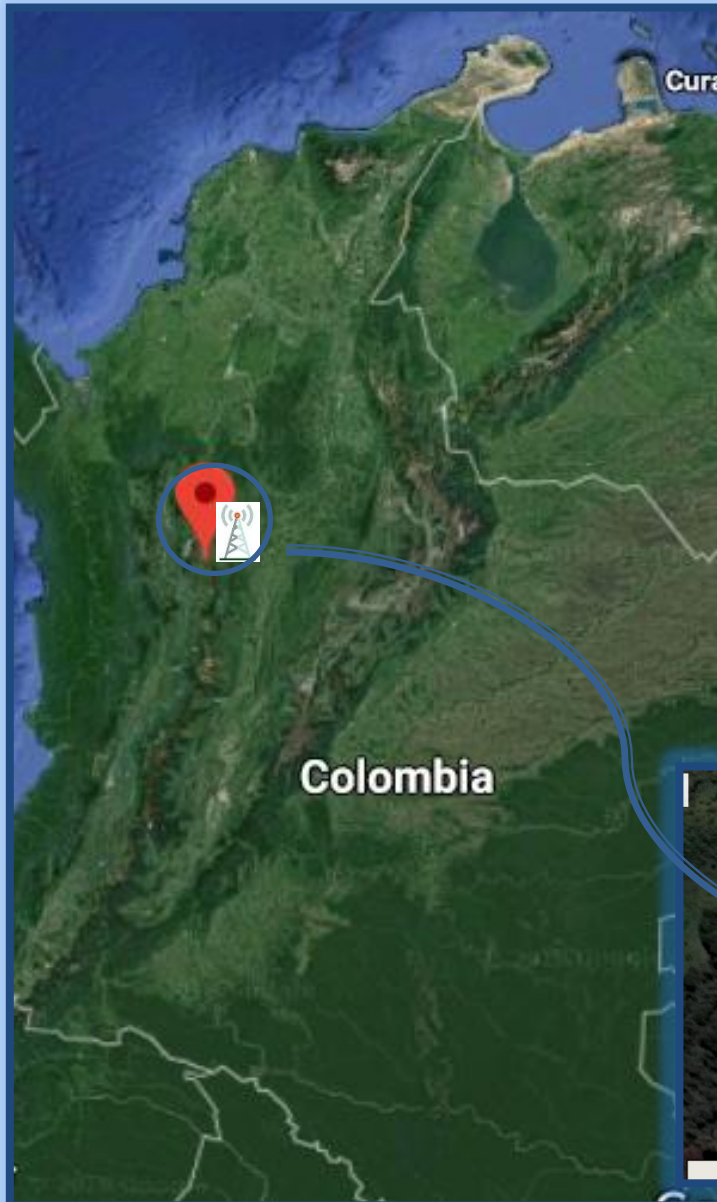


LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN LA CEJA

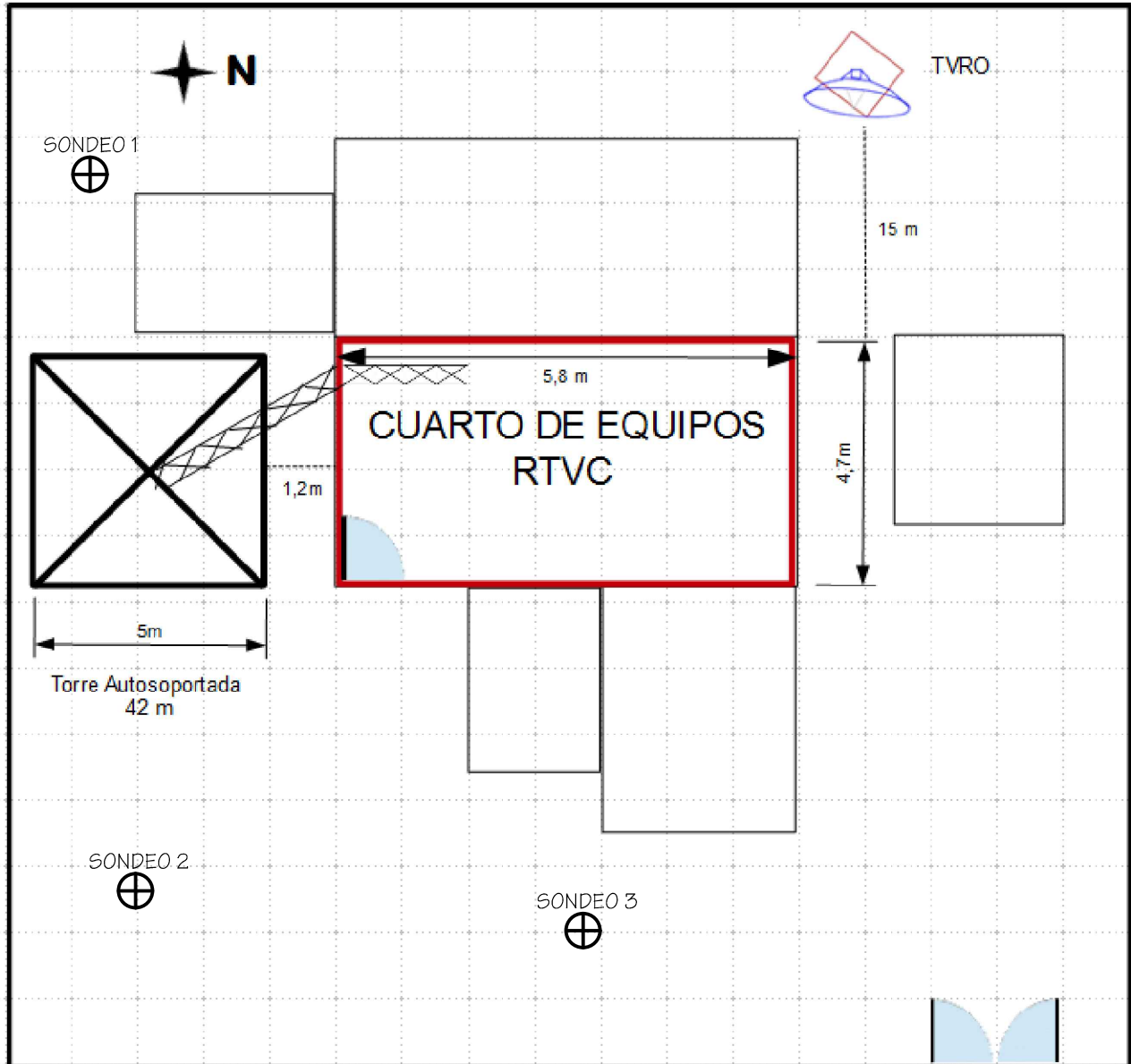
6°33.40"N 75°22'38.90"W



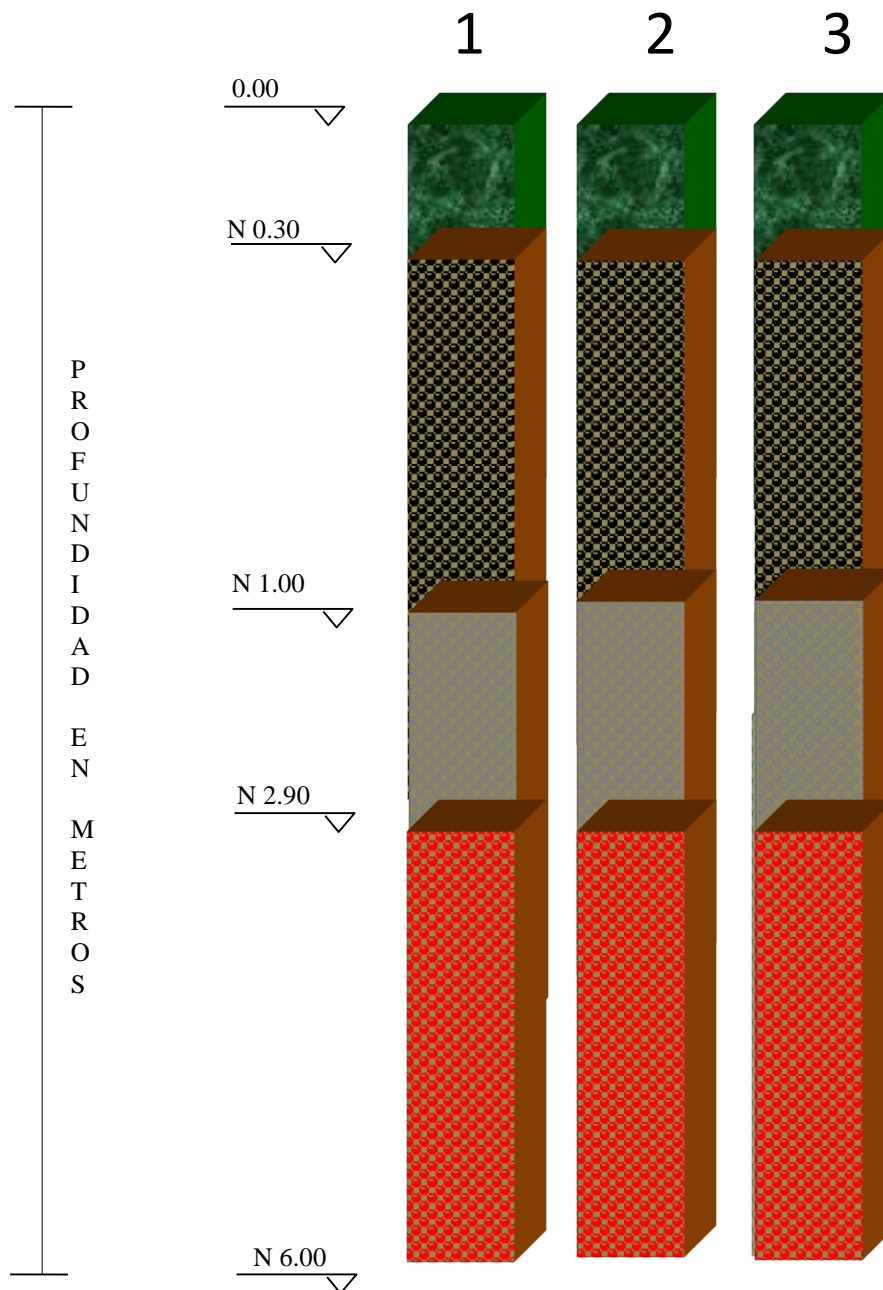
LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

LOCALIZACION DE SONDEOS

ESQUEMA DE SONDEOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO



CONVENCIONES



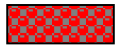
CAPA VEGETAL.



CAPA ORGANICA NEGRA.



LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO



LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRESENCIA DE GRAVAS

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT							
LOCALIZACION				FECHA				jun-18							
LA CEJA, ANTIOQUIA				COORDENADAS				6°00'33.2"N-75°22'39.5"W							
SONDEO 1															
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	
		0.00-0.30 m	CAPA VEGETAL												
		0.30-1.00m	CAPA ORGANICA NEGRA												
		1.00-2.80m	LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO	TS			96.40	47.20	158				NO RESGITRA	NO RESGITRA	
		2.80-6.00m	LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA FINA MENOR A 1/4"	TS			52.60	26.80	173				1.50	1.46	

CONVENCIONES									
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	ESTANDAR		γ	PESO UNITARIO (Ton/m^3)				
B	MUESTRA EN BOLSA			M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA				
SS	SPLIT SPOON			%F	PORCENTAJE DE FINOS				
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRACION			USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS				
Wn	HUMEDAD NATURAL			IP	INDICE DE PLASTICIDAD				
LL	LIMITE LIQUIDO								

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT							
LOCALIZACION				FECHA				jun-18							
LA CEJA, ANTIOQUIA				COORDENADAS				6°00'33.0"N-75°22'38.2"W							
SONDEO 1															
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	
		0.00-0.50 m	CAPA VEGETAL												
		0.50-0.90 m	CAPA ORGANICA NEGRA												
		0.90-2.06m	LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO												
2.0m				TS			96.30	47.30	156					1.50	1.42
3.0m		2.06-6.00m	LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA FINA MENOR A 1/4"	TS			52.60	25.70	172					3.50	2.92

CONVENCIONES					
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	ESTANDAR	γ	PESO UNITARIO (Ton/m ³)	
B	MUESTRA EN BOLSA		M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA	
SS	SPLIT SPOON		%F	PORCENTAJE DE FINOS	
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRACION		USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS	
Wn	HUMEDAD NATURAL		IP	INDICE DE PLASTICIDAD	
LL	LIMITE LIQUIDO				

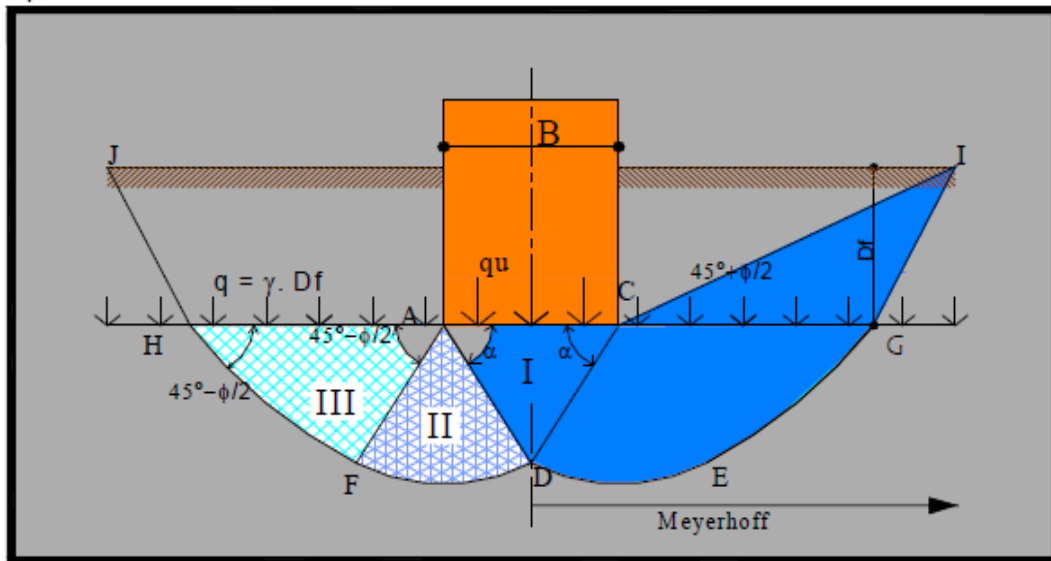
CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT							
LOCALIZACION				FECHA				jun-18							
LA CEJA, ANTIOQUIA				COORDENADAS				6°00'33.0"N-75°22'38.2"W							
SONDEO 1															
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO		
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL	
		0.00-0.50 m	CAPA VEGETAL												
		0.50-1.10m	CAPA ORGANICA NEGRA												
		1.10-3.00m	LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO												
		3.00-6.00m	LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRAVILLA FINA MENOR A 1/4"	TS			96.60	47.00	1.59				NO REGSITRA	NO REGISTRA	
		3.5m		TS			52.50	26.90	1.72				1.50	1.40	

CONVENCIONES					
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	ESTANDAR		γ	PESO UNITARIO (Ton/m ³)
B	MUESTRA EN BOLSA			M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON			%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRACION			USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL			IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO				

MEMORIA DE CALCULOS

CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga será según TERZAGHI:



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

q_c : Capacidad de carga

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

C : Cohesión

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga de

Terzaghi en función de ϕ

ϕ = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 75.05 \text{ KN/m}^2$$

q_u : Resistencia a la compresión inconfiada del

suelo

q : Sobrecarga

γ_1 : Peso unitario del suelo

de cimentación

B : Base del cimiento

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

La profundidad de cimentación será de -2.95 metros del nivel actual o sea en la capa de Limo arcilloso rojizo con presencia de gravilla fina.

La sobrecarga será:

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (0.30 * 13.9) + (0.70 * 14.6) + (1.90 * 15.8) + (0.05 * 17.3) \quad Df : \text{Profundidad de Cimentación}$$

$$q = 45.47 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2: \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

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

$$q_c = 405.527 \text{ KN / m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

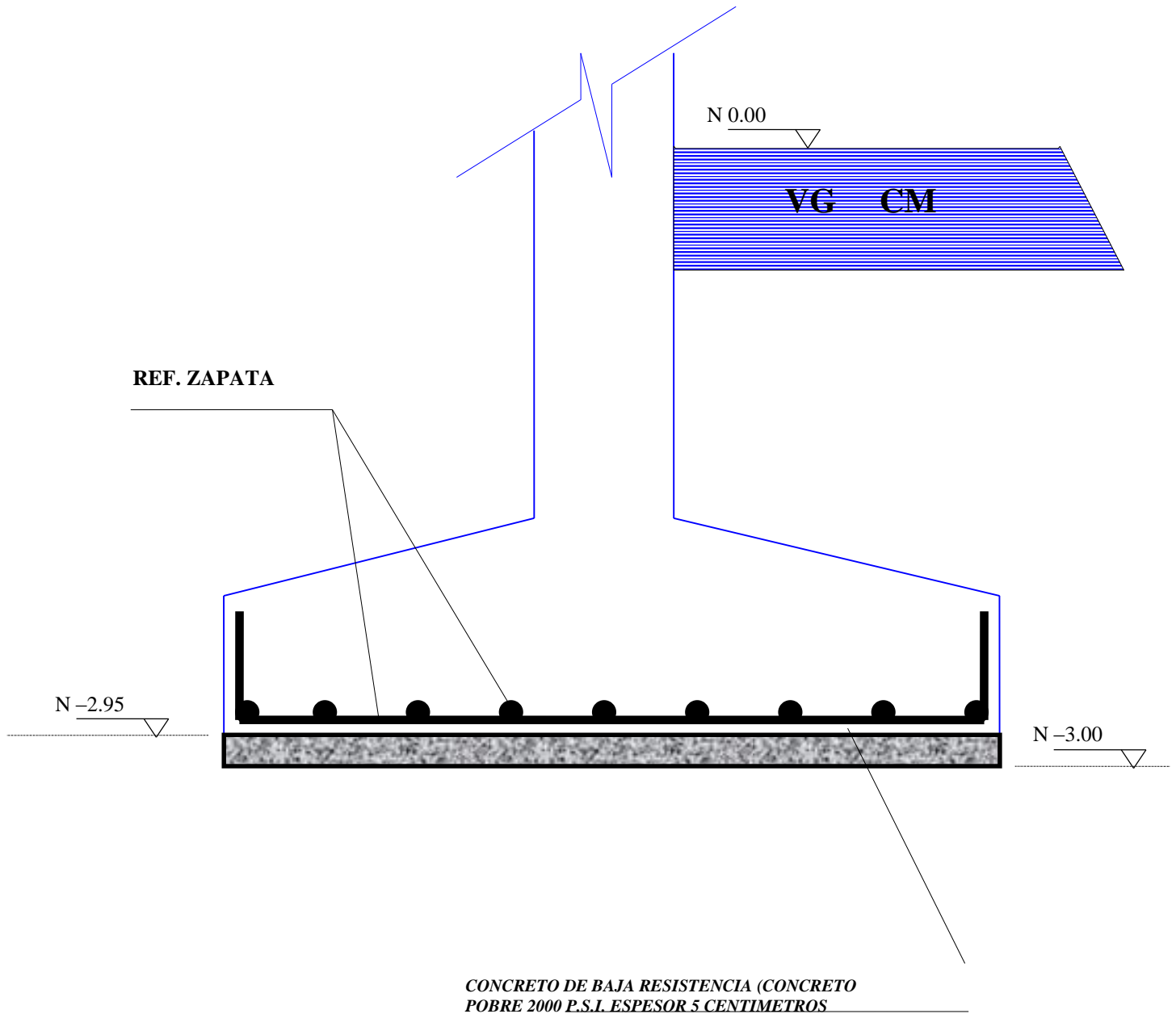
La presión admisible del suelo (q_a), será de:

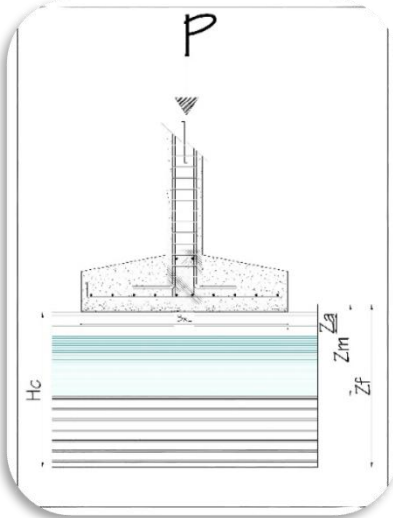
$$q_a = q_c / FS \quad q_a: \text{Capacidad portante admisible}$$

$$q_a = 405.527 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 135.176 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 135 \text{ KN / m}^2$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT		LA CEJA
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	4.55 ton/m ²
	B =	3.00 m
	L =	3.00 m
	Es =	2179.63 ton/m ²
	μs =	0.31
	e _o =	0.90
	qu =	15.01 ton/m ²
	Δo =	2.78 ton/m ²
	LL =	52.60%
	P =	29.00 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	$H_1 =$	0.00318 m	3.18 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00635 m	6.35 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 - 2.95		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 2.95		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 6.00		
$H_c =$	3.05 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$		$q_f =$	3.22 ton/m ²	
Z_i	m_i	n_i	I_c	Δ_i
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.659
1.53	1.00	1.00	0.17552	0.566
3.05	1.00	2.00	0.19994	0.644
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		$\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$ 0.31 ton/m ² $Cc =$ 0.3834		VER TABLA ANEXA		
$H_3 =$	0.02839 m	28.39 mm		
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION SECUNDARIA				
$H_4 = C_{\alpha} * Hc * \log_{10} \left(\frac{t}{t_o} \right)$				
$C_{\alpha} =$ 0.002		Tiempo de consolidacion total proyectada		
$t =$ 20.0 Años		Tiempo de partida consolidacion secundaria		
$t_o =$ 7.0 Años				
$H_4 =$	0.00278 m	2.78 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento		34.35 mm		
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento		37.52 mm		

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO
FECHA jun-18

SONDEO : 1
CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.00 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	59.81	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	60.98	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.58	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.58 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.50 m
FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	52.58	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	55.69	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.73	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.73 gr / cm3
------------------------	----------------------

Observaciones:

Realizo: **Luis Salazar**

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.50 m
FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	60.87	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	61.76	
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 : 2
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.50 m
FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.03	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.02	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.72	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.72 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA PROFUNDIDAD : 2.50 m - 3.00 m
FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	59.29	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	60.60	
DENSIDAD (gr/cm ³)	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 LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA PROFUNDIDAD : 2.50 m - 3.00 m
FECHA jun-18

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.35	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.51	
PESO PARAFINA (gr.)	4.16	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.09	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.03	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.02	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.72	

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.72 gr / cm3
------------------------	---------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

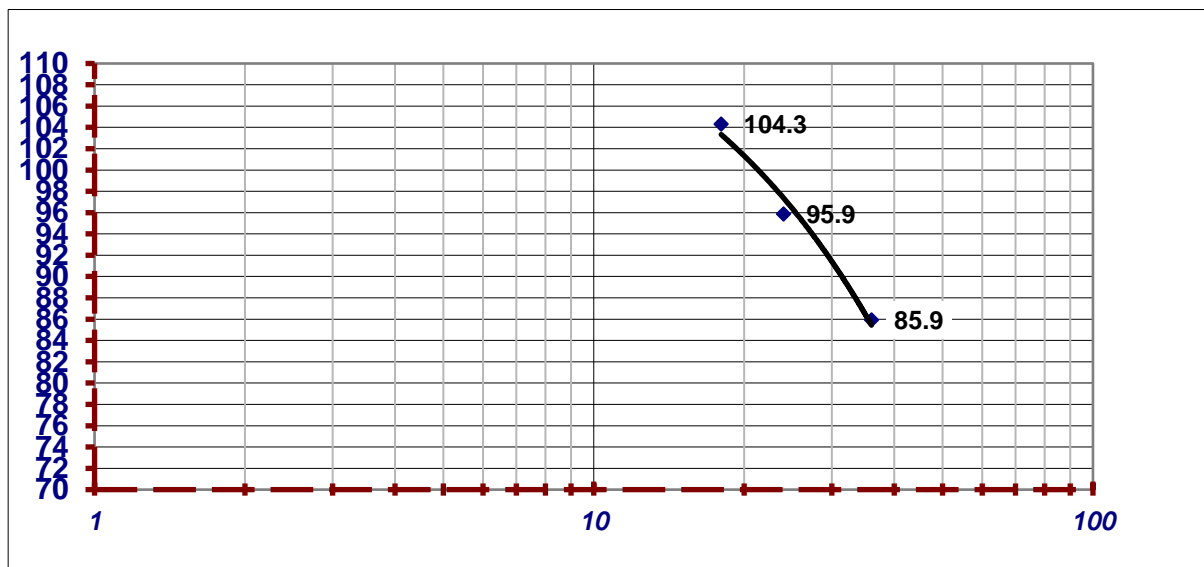
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO PROFUNDIDAD : 1.50 m - 2.00 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 96.40%
Vidrio No.	65	78	54		LIMITE PLASTICO = 22.20%
P1	55.9	58.9	58.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 74.20%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	85.9	95.9	104.3		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	29	11		
P1	44.1	47.9		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	21.6	22.8		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



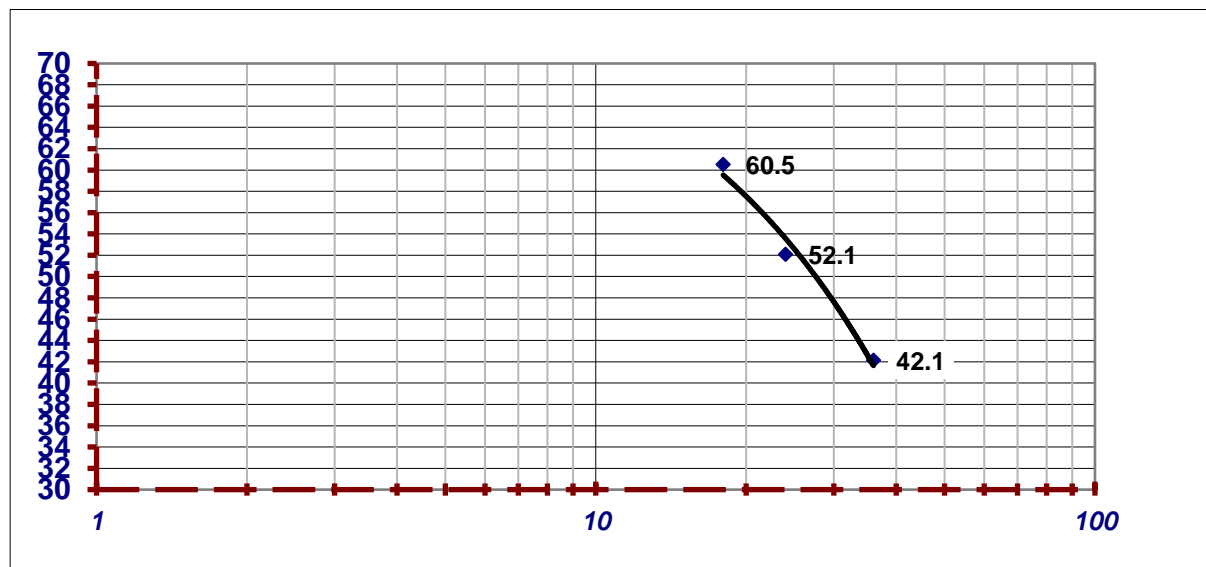
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRA' PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 52.60%
Vidrio No.	21	34	10		LIMITE PLASTICO = 25.80%
P1	45.4	48.7	48.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 26.80%
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.	32	14		
P1	45.0	48.8		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	25.2	26.4		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



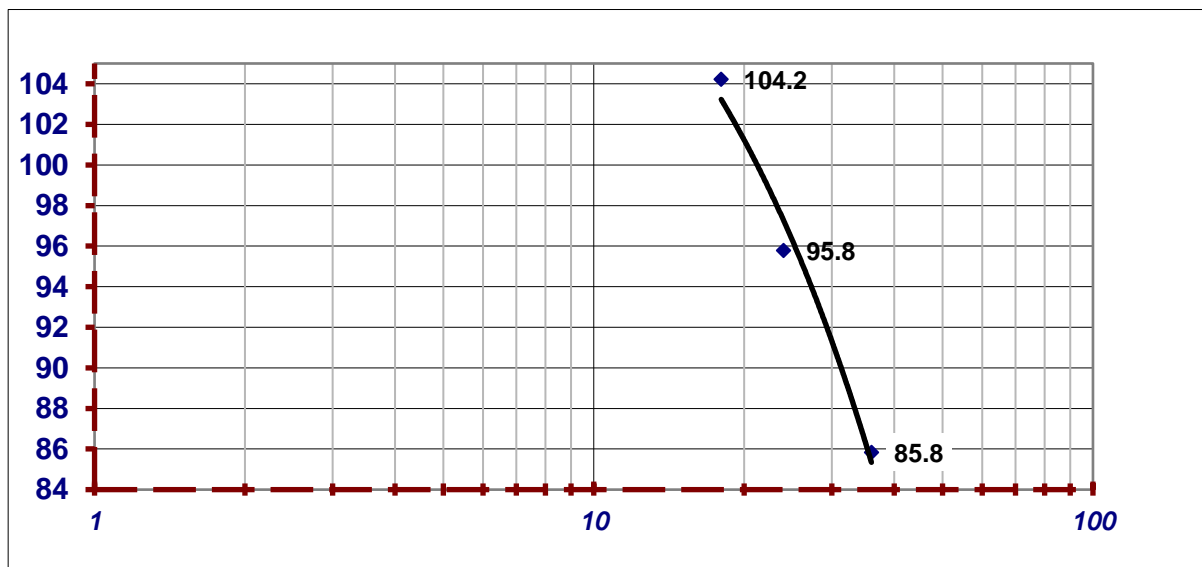
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRA' PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 96.30%
Vidrio No.	65	78	54		LIMITE PLASTICO = 49.00%
P1	55.8	58.9	58.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 47.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	85.8	95.8	104.2		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	55	37		
P1	51.0	55.0		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	48.4	49.6		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



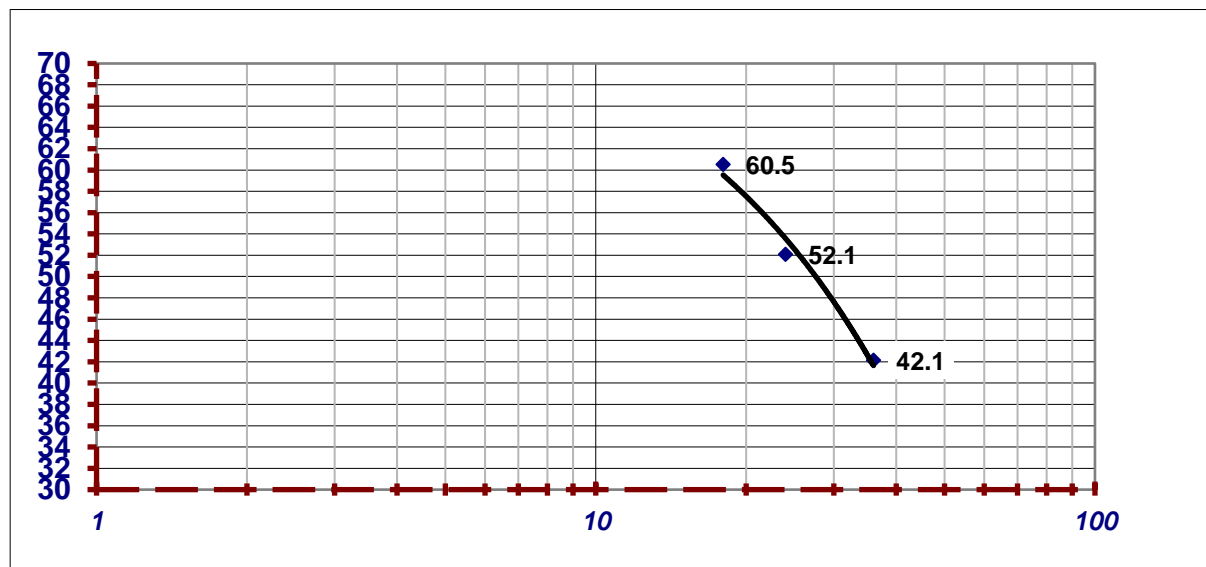
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRA' PROFUNDIDAD : 3.00 m - 3.50 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 52.60%
Vidrio No.	21	34	10		LIMITE PLASTICO = 26.90%
P1	45.4	48.7	48.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 25.70%
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.	33	15		
P1	45.3	49.1		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	26.3	27.5		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



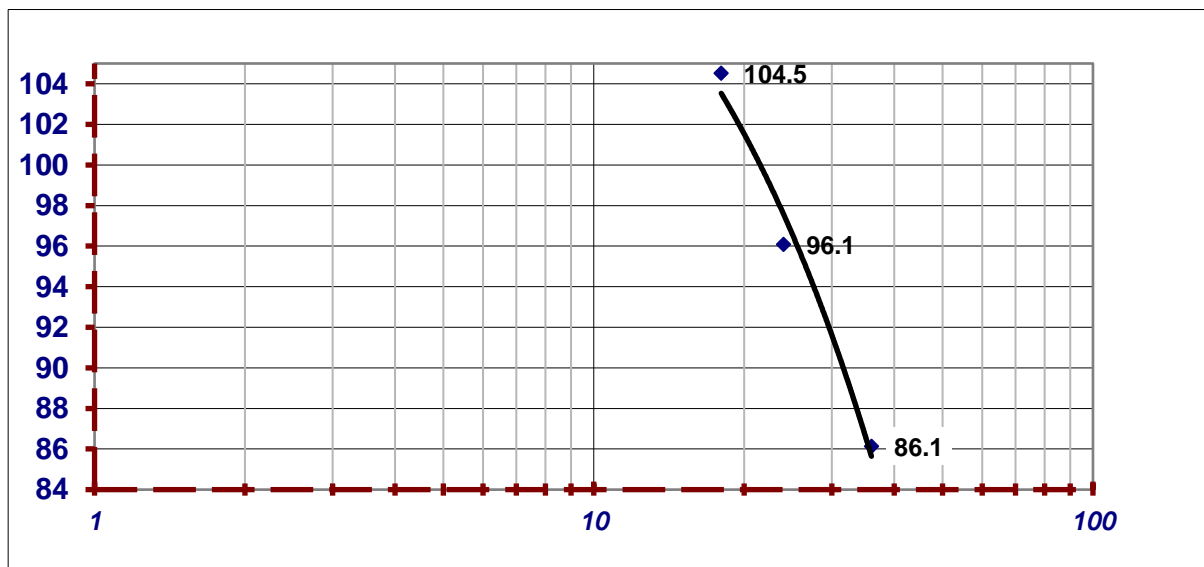
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRA' PROFUNDIDAD : 2.50 m - 3.00 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 96.60%
Vidrio No.	65	78	54		LIMITE PLASTICO = 49.60%
P1	55.9	59.0	58.9		INDICE DE PLASTICIDAD= 47.00%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	86.1	96.1	104.5		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	56	38		
P1	51.1	55.2		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	49	50.2		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



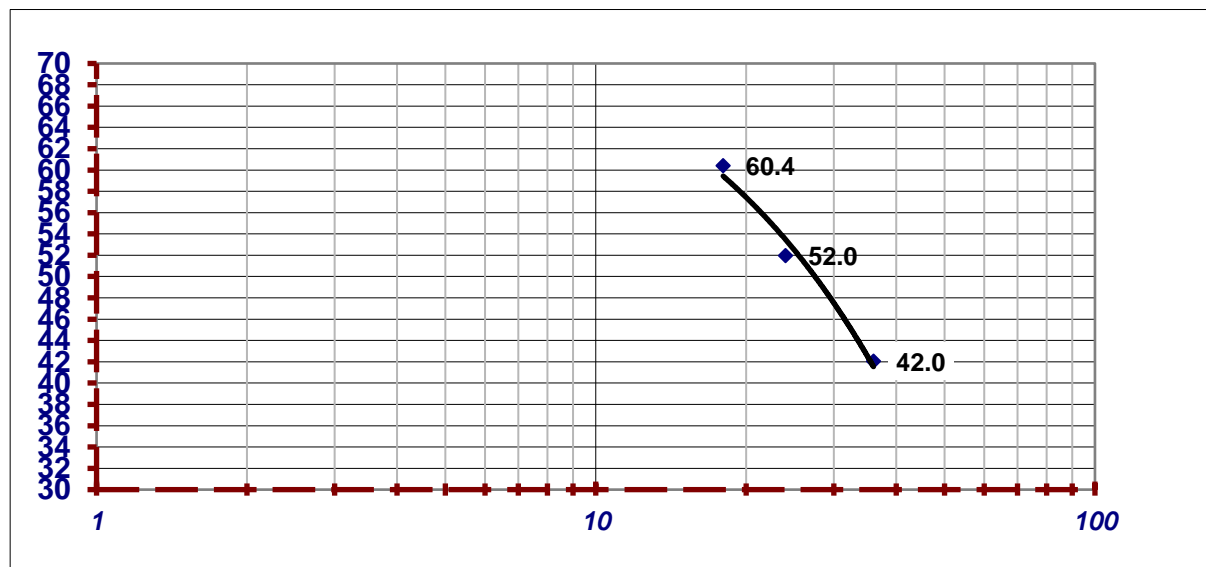
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
 SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
 DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRA' PROFUNDIDAD : 2.50 m - 3.00 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 52.50%
Vidrio No.	21	34	10		LIMITE PLASTICO = 25.60%
P1	45.4	48.7	48.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 26.90%
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.	32	14		
P1	45.0	48.8		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	25	26.2		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

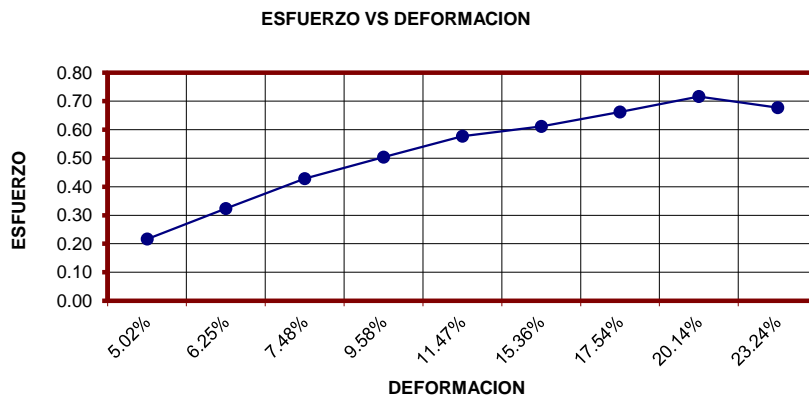
MUESTRAS TOMADAS EN : LA CEJA, ANTIOQUIA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO GRIS OSCURO
 PROFUNDIDAD: 1.50 m - 2.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 337.93 g
 PESO SECO Pf: 220.76 g
 HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.02%	14	4.835	0.9498	22.360	0.22
83	6.25%	24	7.337	0.9375	22.653	0.32
103	7.48%	32	9.839	0.9252	22.954	0.43
143	9.58%	40	11.842	0.9042	23.487	0.50
183	11.47%	48	13.844	0.8853	23.989	0.58
223	15.36%	56	15.344	0.8464	25.091	0.61
263	17.54%	60	17.046	0.8246	25.755	0.66
323	20.14%	62	19.048	0.7986	26.593	0.72
383	23.24%	61	18.748	0.7676	27.667	0.68



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

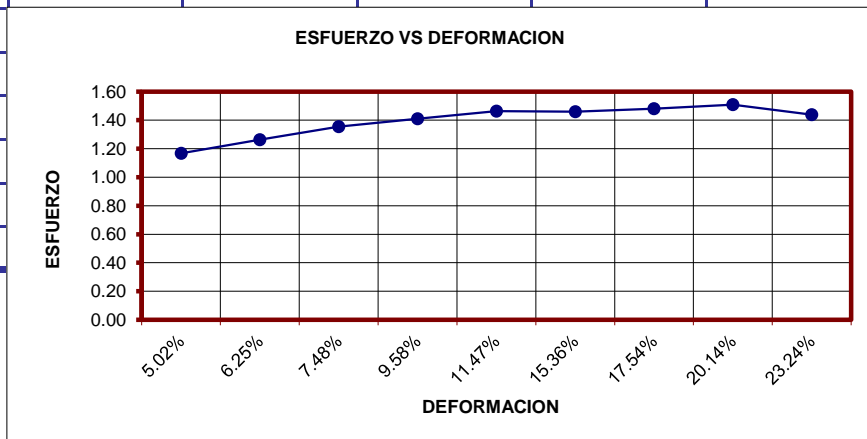
MUESTRAS TOMADAS EN : LA CEJA, ANTIOQUIA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRAVILLA
 PROFUNDIDAD: 3.00 m - 3.50 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 337.93 g
 PESO SECO Pf: 220.76 g
 HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.02%	14	26.109	0.9498	22.360	1.17
83	6.25%	24	28.612	0.9375	22.653	1.26
103	7.48%	32	31.114	0.9252	22.954	1.36
143	9.58%	40	33.116	0.9042	23.487	1.41
183	11.47%	48	35.119	0.8853	23.989	1.46
223	15.36%	56	36.621	0.8464	25.091	1.46
263	17.54%	60	38.123	0.8246	25.755	1.48
323	20.14%	62	40.125	0.7986	26.593	1.51
383	23.24%	61	39.825	0.7676	27.667	1.44



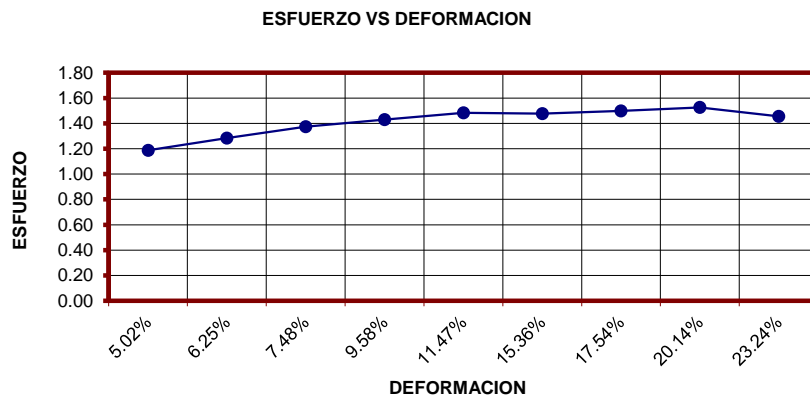
ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

MUESTRAS TOMADAS EN : LA CEJA, ANTIOQUIA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSIA DE GRAVILLA
 PROFUNDIDAD: 2.00 m - 2.50 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm LIMITE LIQUIDO Wl:
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm LIMITE PLASTICO Wp:
 AREA INICIAL: 21.24 cm² PASO MALLA No: 200 %:
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³ PESO UNITARIO Gv: 1.56 g/cm³
 PESO INICIAL Po: 337.93 g RELACION DE VACIOS e:
 PESO SECO Pf: 220.76 g GRADO DE SATURACION S:
 HUMEDAD W: 53.08%

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.02%	14	26.552	0.9498	22.360	1.19
83	6.25%	24	29.055	0.9375	22.653	1.28
103	7.48%	32	31.557	0.9252	22.954	1.37
143	9.58%	40	33.559	0.9042	23.487	1.43
183	11.47%	48	35.562	0.8853	23.989	1.48
223	15.36%	56	37.064	0.8464	25.091	1.48
263	17.54%	60	38.566	0.8246	25.755	1.50
323	20.14%	62	40.568	0.7986	26.593	1.53
383	23.24%	61	40.268	0.7676	27.667	1.46



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

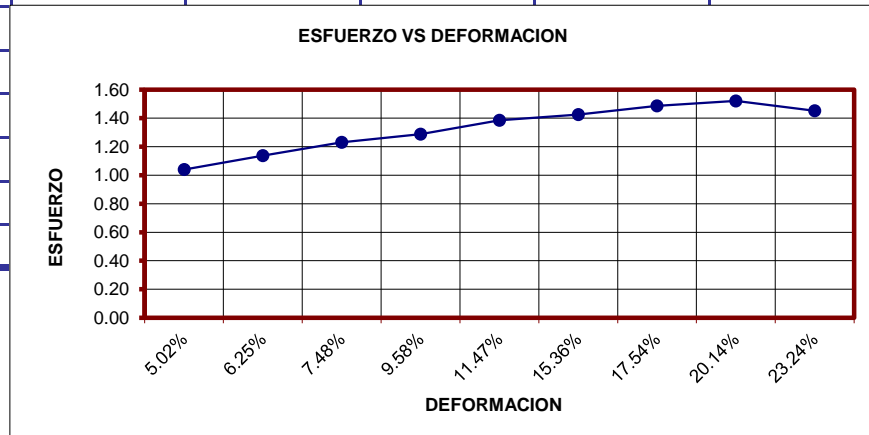
MUESTRAS TOMADAS EN : LA CEJA, ANTIOQUIA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRAVILLA
 PROFUNDIDAD: 3.00 m - 3.50 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 337.93 g
 PESO SECO Pf: 220.76 g
 HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.02%	14	23.242	0.9498	22.360	1.04
83	6.25%	24	25.745	0.9375	22.653	1.14
103	7.48%	32	28.247	0.9252	22.954	1.23
143	9.58%	40	30.249	0.9042	23.487	1.29
183	11.47%	48	33.252	0.8853	23.989	1.39
223	15.36%	56	35.754	0.8464	25.091	1.42
263	17.54%	60	38.256	0.8246	25.755	1.49
323	20.14%	62	40.458	0.7986	26.593	1.52
383	23.24%	61	40.158	0.7676	27.667	1.45



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

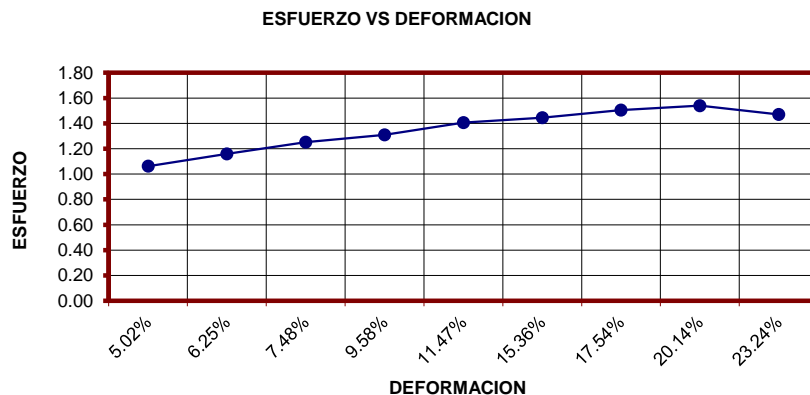
MUESTRAS TOMADAS EN : LA CEJA, ANTIOQUIA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRAVILLA
 PROFUNDIDAD: 2.50 m - 3.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 337.93 g
 PESO SECO Pf: 220.76 g
 HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.02%	14	23.738	0.9498	22.360	1.06
83	6.25%	24	26.241	0.9375	22.653	1.16
103	7.48%	32	28.743	0.9252	22.954	1.25
143	9.58%	40	30.745	0.9042	23.487	1.31
183	11.47%	48	33.748	0.8853	23.989	1.41
223	15.36%	56	36.250	0.8464	25.091	1.44
263	17.54%	60	38.752	0.8246	25.755	1.50
323	20.14%	62	40.954	0.7986	26.593	1.54
383	23.24%	61	40.654	0.7676	27.667	1.47



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

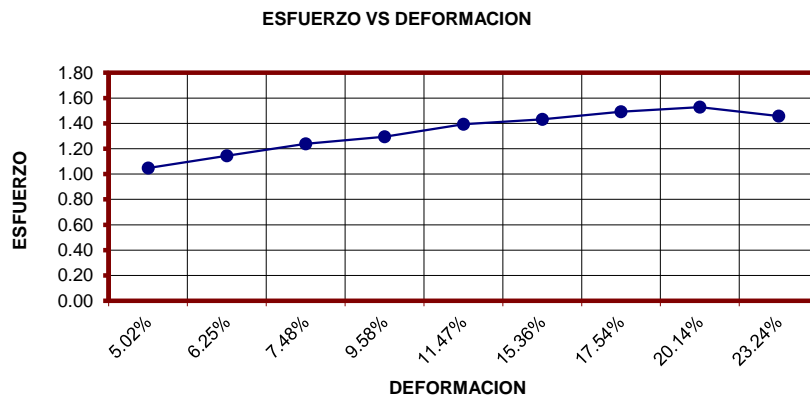
MUESTRAS TOMADAS EN : LA CEJA, ANTIOQUIA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENCIA DE GRAVILLA
 PROFUNDIDAD: 2.50 m - 3.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 337.93 g
 PESO SECO Pf: 220.76 g
 HUMEDAD W: 53.08%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.56 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
63	5.02%	14	23.419	0.9498	22.360	1.05
83	6.25%	24	25.922	0.9375	22.653	1.14
103	7.48%	32	28.424	0.9252	22.954	1.24
143	9.58%	40	30.426	0.9042	23.487	1.30
183	11.47%	48	33.429	0.8853	23.989	1.39
223	15.36%	56	35.931	0.8464	25.091	1.43
263	17.54%	60	38.433	0.8246	25.755	1.49
323	20.14%	62	40.635	0.7986	26.593	1.53
383	23.24%	61	40.335	0.7676	27.667	1.46



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSL PROFUNDIDAD 3.00 m - 3.50 m
FECHA jun-18

GRADACION

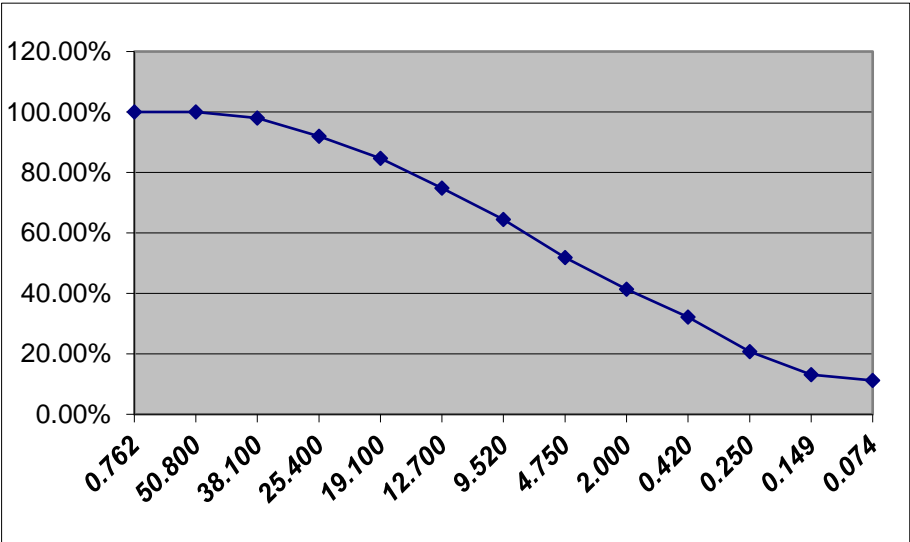
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	3.537	3.54	1.96%	100.00%
1 1/2"	10.958	10.96	6.09%	98.04%
1"	13.190	13.19	7.33%	91.95%
3/4"	17.712	17.71	9.84%	84.62%
1/2"	18.693	18.69	10.39%	74.78%
3/8"	22.556	22.56	12.53%	64.39%
N 4	18.864	18.86	10.48%	51.86%
N 10	16.623	16.62	9.24%	41.38%
N 40	20.484	20.48	11.38%	32.15%
N 80	13.752	13.75	7.64%	20.77%
N 100	3.479	3.48	1.93%	13.13%
N 200	18.072	18.07	10.04%	11.20%
FONDO	2.080			1.16%

PESO DE LA MUESTRA

180 gr

RESUMEN
GRAVA 48.14%
ARENA 31.10%
FINOS 20.77%

SUMATORIA 180.000 98.84%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2

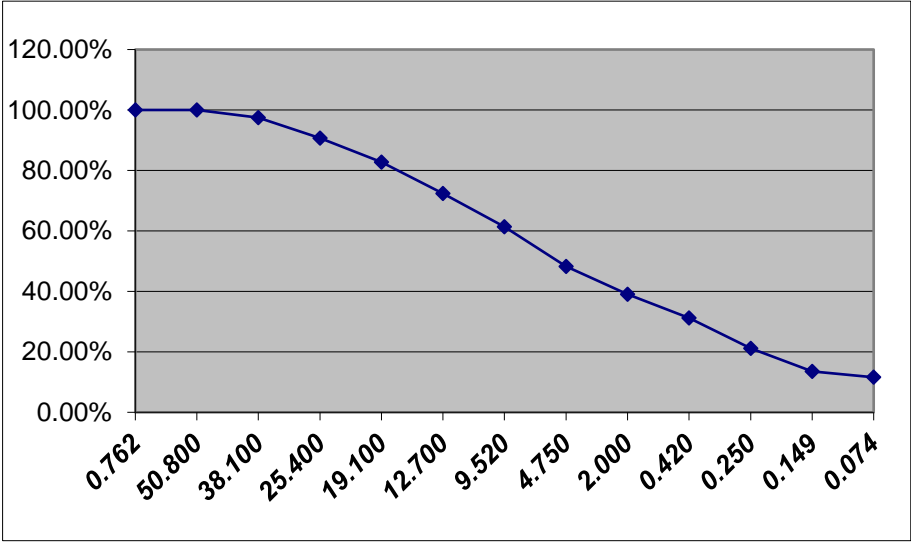
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSL PROFUNDIDAD 2.00 m - 2.50 m

FECHA jun-18

GRADACION					PESO DE LA MUESTRA	
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa	178 gr	
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	RESUMEN GRAVA 51.80% ARENA 27.05% FINOS 21.16%	
2"	4.583	4.58	2.57%	100.00%		
1 1/2"	11.922	11.92	6.70%	97.43%		
1"	14.129	14.13	7.94%	90.73%		
3/4"	18.601	18.60	10.45%	82.79%		
1/2"	19.571	19.57	11.00%	72.34%		
3/8"	23.391	23.39	13.14%	61.34%		
N 4	16.251	16.25	9.13%	48.20%		
N 10	14.035	14.04	7.89%	39.07%		
N 40	17.853	17.85	10.03%	31.19%		
N 80	13.599	13.60	7.64%	21.16%		
N 100	3.441	3.44	1.93%	13.52%		
N 200	17.871	17.87	10.04%	11.59%		
FONDO	2.751			1.55%		

SUMATORIA 178.000 98.45%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2

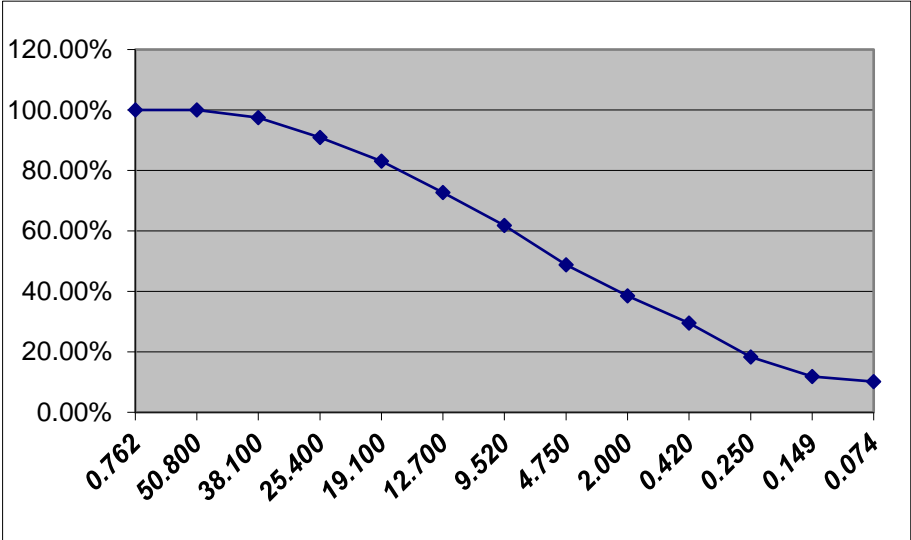
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSL PROFUNDIDAD 3.00 m - 3.50 m

FECHA jun-18

GRADACION					PESO DE LA MUESTRA	
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa	178 gr	
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	RESUMEN	51.26%
2"	4.423	4.42	2.48%	100.00%		
1 1/2"	11.762	11.76	6.61%	97.52%		
1"	13.969	13.97	7.85%	90.91%		
3/4"	18.441	18.44	10.36%	83.06%		
1/2"	19.411	19.41	10.91%	72.70%		
3/8"	23.231	23.23	13.05%	61.79%		
N 4	18.245	18.25	10.25%	48.74%		
N 10	16.029	16.03	9.01%	38.49%		
N 40	19.847	19.85	11.15%	29.49%		
N 80	11.641	11.64	6.54%	18.34%		
N 100	2.945	2.95	1.65%	11.80%		
N 200	15.913	15.91	8.94%	10.14%		
FONDO	2.143			1.20%		

SUMATORIA 178.000 98.80%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3

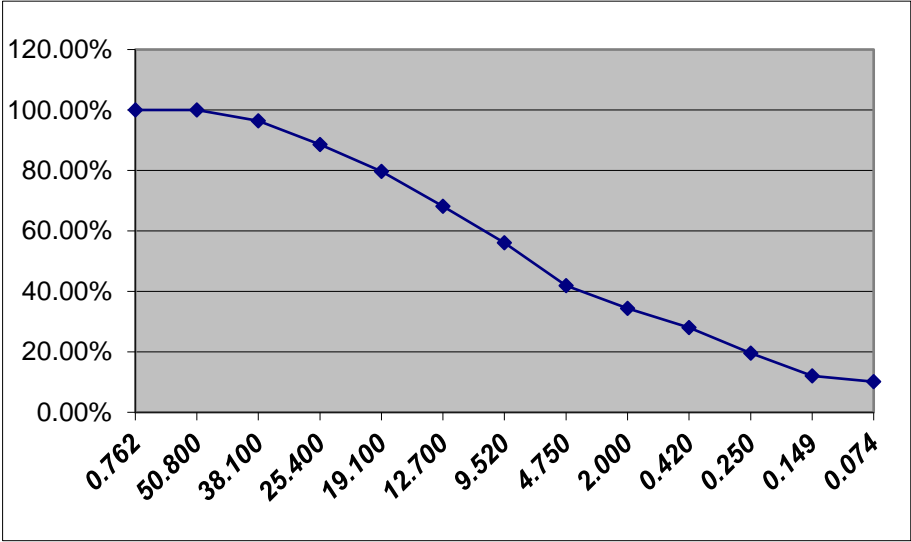
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA

DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSL PROFUNDIDAD 2.50 m - 3.00 m

FECHA jun-18

GRADACION					PESO DE LA MUESTRA	
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa	178 gr	
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	RESUMEN GRAVA 58.10% ARENA 22.34% FINOS 19.57%	
2"	6.452	6.45	3.62%	100.00%		
1 1/2"	13.791	13.79	7.75%	96.38%		
1"	15.998	16.00	8.99%	88.63%		
3/4"	20.470	20.47	11.50%	79.64%		
1/2"	21.440	21.44	12.05%	68.14%		
3/8"	25.260	25.26	14.19%	56.09%		
N 4	13.457	13.46	7.56%	41.90%		
N 10	11.241	11.24	6.32%	34.34%		
N 40	15.059	15.06	8.46%	28.03%		
N 80	13.421	13.42	7.54%	19.57%		
N 100	3.396	3.40	1.91%	12.03%		
N 200	17.693	17.69	9.94%	10.12%		
FONDO	0.322			0.18%		

SUMATORIA 178.000 99.82%

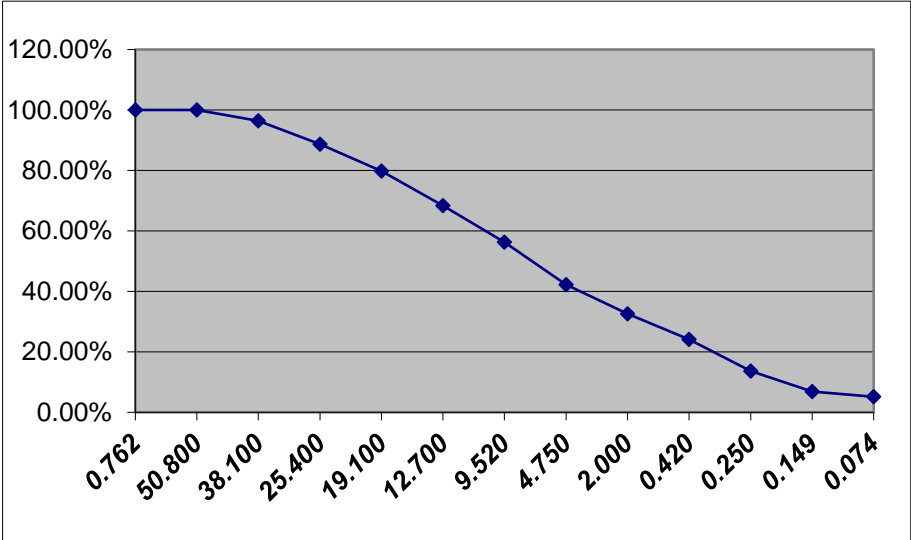


GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 3
SITIO LA CEJA, 6°33.40"N 75°22'38.90"W CIUDAD : LA CEJA, ANTIOQUIA
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO ROJIZO CON PRECENSL PROFUNDIDAD 2.50 m - 3.00 m
FECHA jun-18

GRADACION					PESO DE LA MUESTRA	
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa	178 gr	
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%	RESUMEN GRAVA 57.80% ARENA 28.58% FINOS 13.63%	
2"	6.363	6.36	3.57%	100.00%		
1 1/2"	13.702	13.70	7.70%	96.43%		
1"	15.909	15.91	8.94%	88.73%		
3/4"	20.381	20.38	11.45%	79.79%		
1/2"	21.351	21.35	12.00%	68.34%		
3/8"	25.171	25.17	14.14%	56.34%		
N 4	17.159	17.16	9.64%	42.20%		
N 10	14.943	14.94	8.40%	32.56%		
N 40	18.761	18.76	10.54%	24.17%		
N 80	12.068	12.07	6.78%	13.63%		
N 100	3.053	3.05	1.72%	6.85%		
N 200	16.340	16.34	9.18%	5.13%		
FONDO	-7.204			-4.05%		

SUMATORIA 178.000 104.05%



INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN.



SONDEOS





