

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
5° 4' 36.3" NORTE, 74° 35' 34.3" OESTE
GUADUAS, CUNDINAMARCA

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° 4' 36.3" NORTE, 74° 35' 34.3" OESTE
GUADUAS, CUNDINAMARCA**

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 Guaduas - Cundinamarca, al nororiente de la cabecera municipal.*

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

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

2. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

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

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

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

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

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

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

- Instituto Geografico Agustin Codazzi – IGAC

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

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

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

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

3. ENSAYOS DE LABORATORIO

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

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

A continuación, se relacionan los ensayos realizados

CLASIFICACIÓN

- Límite líquido*
- Límite plástico*
- Granulometría*

IN SITUÓ

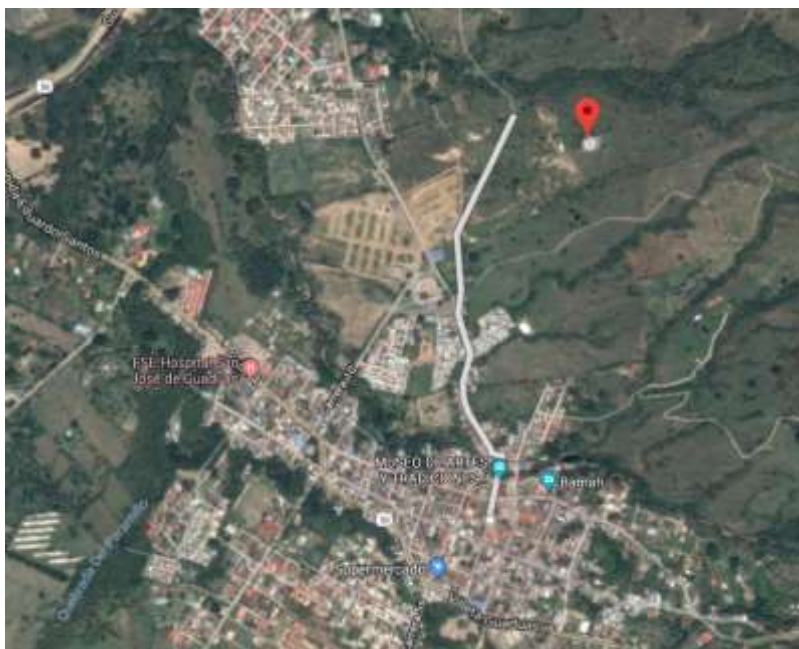
- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

4.1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Exploración geotécnica para el diseño de cimentaciones para una torre de comunicaciones, que hace parte del proyecto de expansión de la red de televisión digital terrestre, realizado en el municipio de Guaduas - Cundinamarca, en lote perteneciente a la Planta de tratamiento de Aguas del Capira, a 10 minutos del centro del municipio, en las siguientes coordenadas:

5° 4' 36.3'' Norte, 74° 35' 34.3'' Oeste.



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio de Guaduas – Cundinamarca está localizado al noroccidente del Departamento de Cundinamarca, con una distancia a Santa fe de Bogotá por carretera de 114 kilómetros vía Sasaima y 117 kilómetros vía la Vega. Limita por el norte con Puerto Salgar, por el oriente con Caparrapi, Útica, Quebrada negra y Villeta, por el sur con Vianí y Chaguaní y por el occidente con los Departamentos de Caldas y Tolima.



Se une con la Capital de la Republica, por una carretera de 114 kilómetros, Que hace parte de la autopista Bogotá Medellín.

El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 992 m, la temperatura promedio es de 24°C.

El acceso a la ubicación del proyecto se hace por una carretera veredal destapada, en el sector conocido como Buenavista.

El proyecto contempla la construcción de una torre auto soportada de 30 metros de altura, para la instalación del sistema radiante requerido.

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

5. ANALISIS Y RESULTADOS GEOTECNICOS

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

5.1 ESTRATIGRAFIA, PARÁMETROS GEOMECÁNICOS Y NIVEL FREÁTICO

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

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

PERFIL ESTRATIGRAFICO PROMEDIO

De 0.00	-	0.30 m	Relleno heterogéneo con
De 0.30	-	0.45 m	Limo arcilloso café oscuro.
De 0.45	-	1.45 m	Conglomerado de arcillolita café.
De 1.45	-	3.80 m	Manto de arenizca café oscura.
De 3.80	-	6.00 m	Arenizca consolidada café.

El manto de Limo arcilloso café oscuro, es de plasticidad media, con limite liquido de 42.10 %, el índice de plasticidad es de 20.60. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.02kg. /cm², indicando un estrato de consistencia blanda.

El manto de conglomerado de arcillolita café, se presentó en general como no liquido, no plástico, con valores a la penetración estándar de 12 golpes / pie.

El manto de arenizca café oscura, se presentó en general como no liquido, no plástico, con valores a la penetración estándar de 36 golpes / pie.

El manto de arenizca consolidada café, se presentó en general como no liquido, no plástico, con valores a la penetración estándar de rechazo.

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

5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO

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

5.3 NIVEL Y TIPO DE CIMENTACIÓN

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

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

5.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE

Los cálculos se generaron con el siguiente patrón de desarrollo:

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

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

Usando estos resultados, se pueden hacer estimativos de parámetros de resistencia del suelo portante, que, aunque

no son rigurosos, son aproximados y útiles. Es importante recalcar que las correlaciones existentes en la literatura se han ejecutado principalmente para suelos granulares.

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

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

En ninguno de los casos los datos de los ensayos de campo como veleta y penetró metro de bolsillo son utilizados para efectos de cálculo de cimentación, pero si se hace referencia, ya que es un medio válido, alternativo, recursivo y de verificación y alternativo al corte directo en mecánica de suelos.

Se emplearon los siguientes parámetros de cálculo:

- *Suelo portante de comportamiento principalmente granular.*
- *Resistencia del suelo a la penetración estándar de 20 golpes / pie.*
- *Peso unitario del suelo 17.6 KN/m³*

Con base en los criterios mencionados, se determina una capacidad portante admisible (q_a) de 317 KN/m²; se considera un factor de seguridad de 3 contra falla general.

RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	<i>1.50 (m)</i>
<i>Estrato portante</i>	<i>Manto de arenizca café oscura</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>31.7 (t/m²)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>3801.60 (t/m³)</i>
<i>Angulo de fricción φ</i>	<i>30°</i>
<i>Peso unitario γ</i>	<i>1.76 (gr/cm³)</i>
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	<i>0.33</i>

5.5 FACTORES DE SEGURIDAD

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

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

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

Tabla H.2.4-1

Factores De Seguridad Básicos Mínimos Directos

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

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

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

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

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

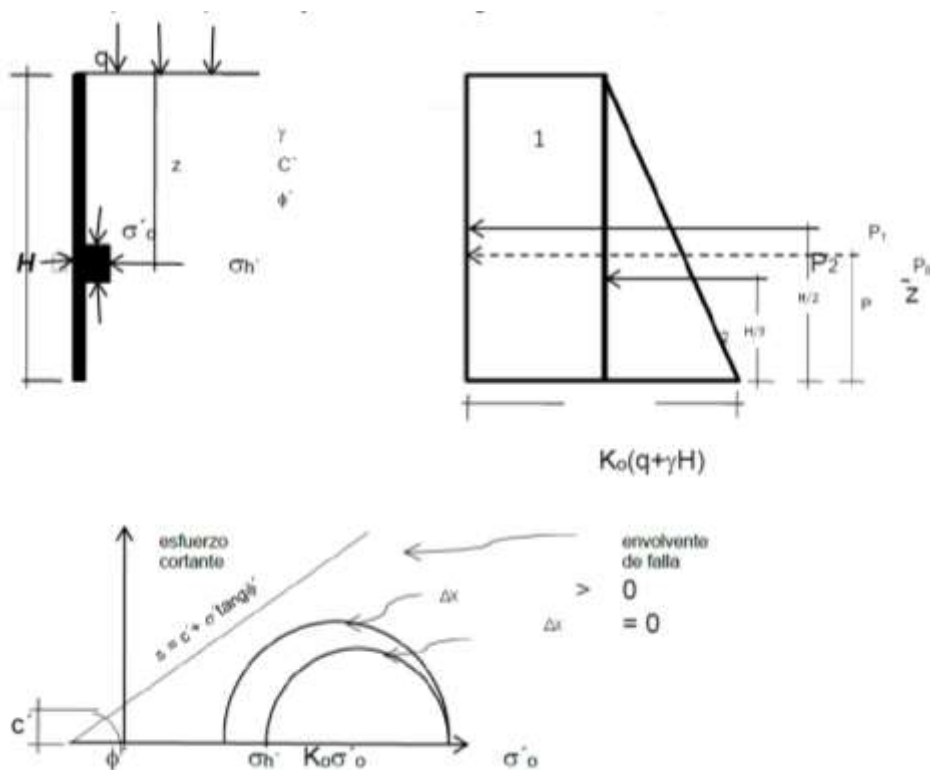
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

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

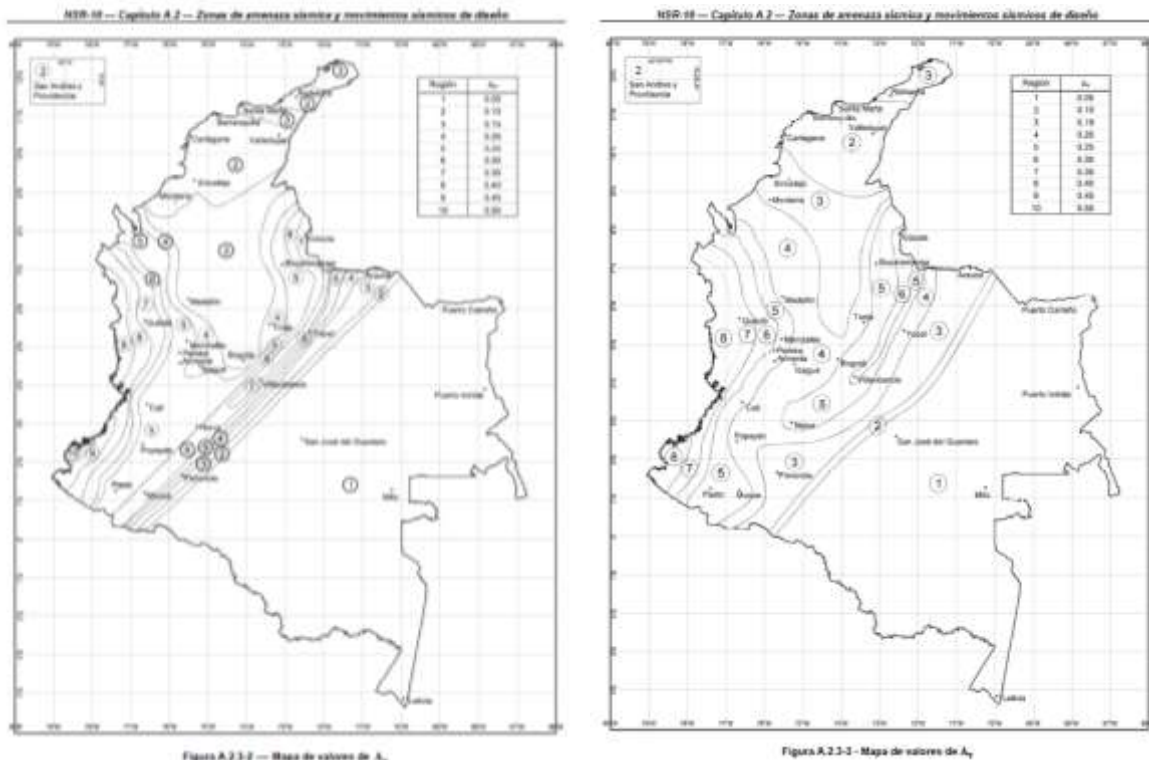
Para la mayoría de los casos un valor de $FS_{shear} = 1.2-1.5$ con respecto a la falla de corte se ajusta con un factor de seguridad de $FS = 2.5-3.0$ con respecto a la capacidad portante neta ultima.

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.

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 Guaduas se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico intermedia, y que el perfil del subsuelo corresponde al tipo C.





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 C con coeficientes $F_a = 1.20$, $F_v = 1.60$, $T_c = 0.85$, $T_L = 3.84$ 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 5°4'36.3'' Norte, 74°35'34.3'' Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Guaduas, departamento de Cundinamarca.
- 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 1.45 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 capa de Manto de arenizca café oscura.

- *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 317 KN/m².*

- *El Municipio de Guaduas 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 C con coeficientes $F_a = 1.20$, $F_v = 1.60$, $T_c = 0.85$, $T_L = 3.84$ 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 1.50 metros.*
- *Las excavaciones se podrán hacer verticales hasta el nivel de desplante.*

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

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

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

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

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

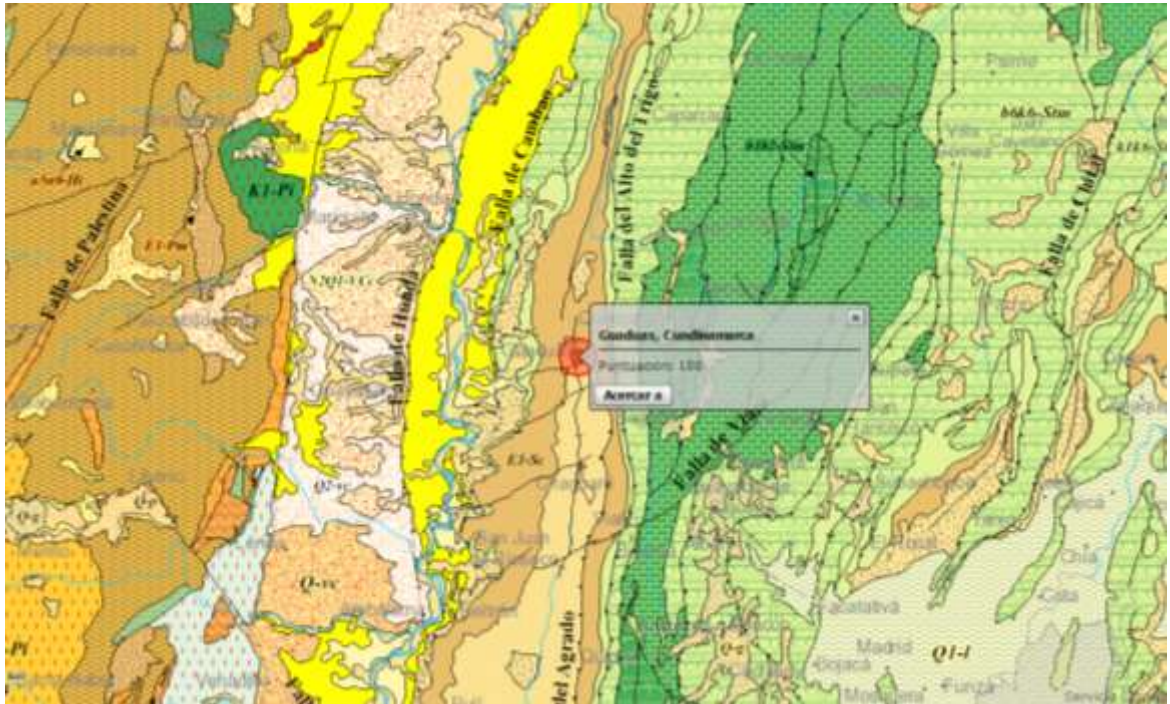
1"	50 - 80
N° 4	20 - 50
N° 200	0 - 20

- 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



El municipio de Guaduas se encuentra sobre rocas de origen principalmente sedimentario tanto de origen marino como continental que en la historia geológica pertenecen a los periodos geológicos del cretáceo y terciario.

Las principales formaciones geológicas que se encuentran en el municipio son:

Cretáceo: Formación cimarrona, formada principalmente por: areniscas, gravas, y conglomerados, lutitas, ortocuarcital.

Terciario: Formación seca, formada por ladolitas, areniscas, limolitas (subfeldospáticas) conglomerados, con cuarzo.

Litológicamente está constituida, de base a techo, por arcillolitas y areniscas con intercalaciones de mantos de Carbón; un conjunto arcilloso con vetas de carbón entre dos niveles de areniscas cuarzosas y arcillolitas.

Formación el hoyon: Formada por conglomerados con cuarzo, fragmentos de rocas ígneas y metamórficas, intercalada con cuarzo arenitas y limoarenitas amarillas o café oscuro. Arcillolitas color café amarillento, badolitas de color rojo. Cuarzo arenitas de color gris a marrón.

Formación San Antonio: Capas gruesas de arena y gravas arenosas con niveles de lutitas.

Formación Limonel: Consta de una sucesión de areniscas y lutitas rojas.

Formación la Mesa: Formada por gravas, areniscas, arcillolitas, las gravas tienen cuarzo.

La presencia de uno u otro tipo de roca influye principalmente en las características de los suelos formados a partir de ellas; Las arcillolitas dan lugar a suelos arcillosos de baja permeabilidad, depende del tipo de arcilla de la roca, son suelos de mediana a alta profundidad, las areniscas

generan suelos de alta permeabilidad, permiten la filtración, la percolación del agua hacia las capas profundas de la tierra formando o estimulando la formación de acuíferos. Igual para los conglomerados; los suelos son superficiales.

GEOMORFOLOGIA

En el territorio se distingue dos regiones definidas: una al Occidente, en las proximidades del Rio Magdalena, plana o ligeramente ondulada, de Clima Cálido y de exuberante vegetación; al Oriente se encuentra un sistema montañoso que corresponde a la Cordillera Oriental de los Andes, destacándose los ramales de Cocolo, Salto de San Antonio, San Gil, Sargento y Tinajas y los Cerros de la Calaca y Montaña Negra, Al Norte de la Inspección de la Policía de Puerto Bogotá, muy cerca al rio Magdalena y paralelo a este se encuentra la Cordillera del Magdalena.

Como la litología de esta unidad es predominantemente arcillosa, impermeable y blanda, el factor topográfico, la poca pendiente y la escasa precipitación inciden en que los fenómenos de remoción en masa no se presenten en el área.

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.

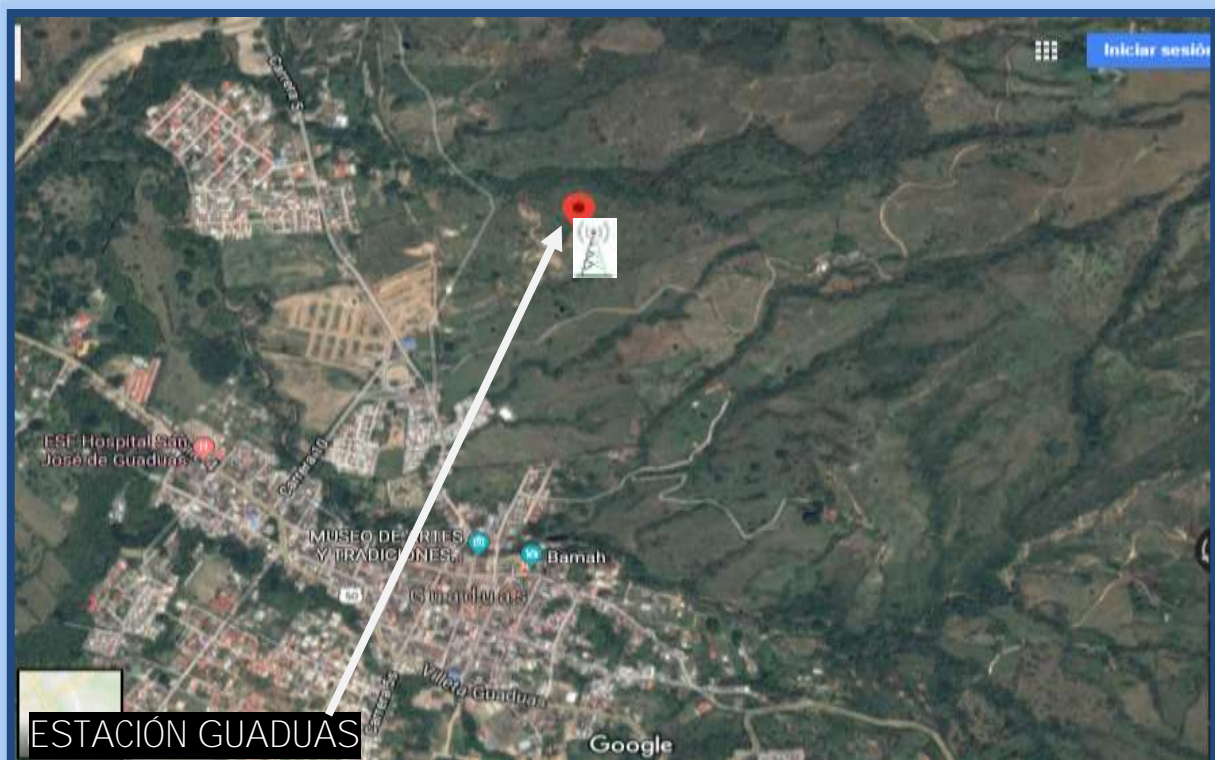
Ingeniero Civil Mat. 25202-69983 CND.

LOCALIZACION REGIONAL Y ZONAL

LOCALIZACION REGIONAL

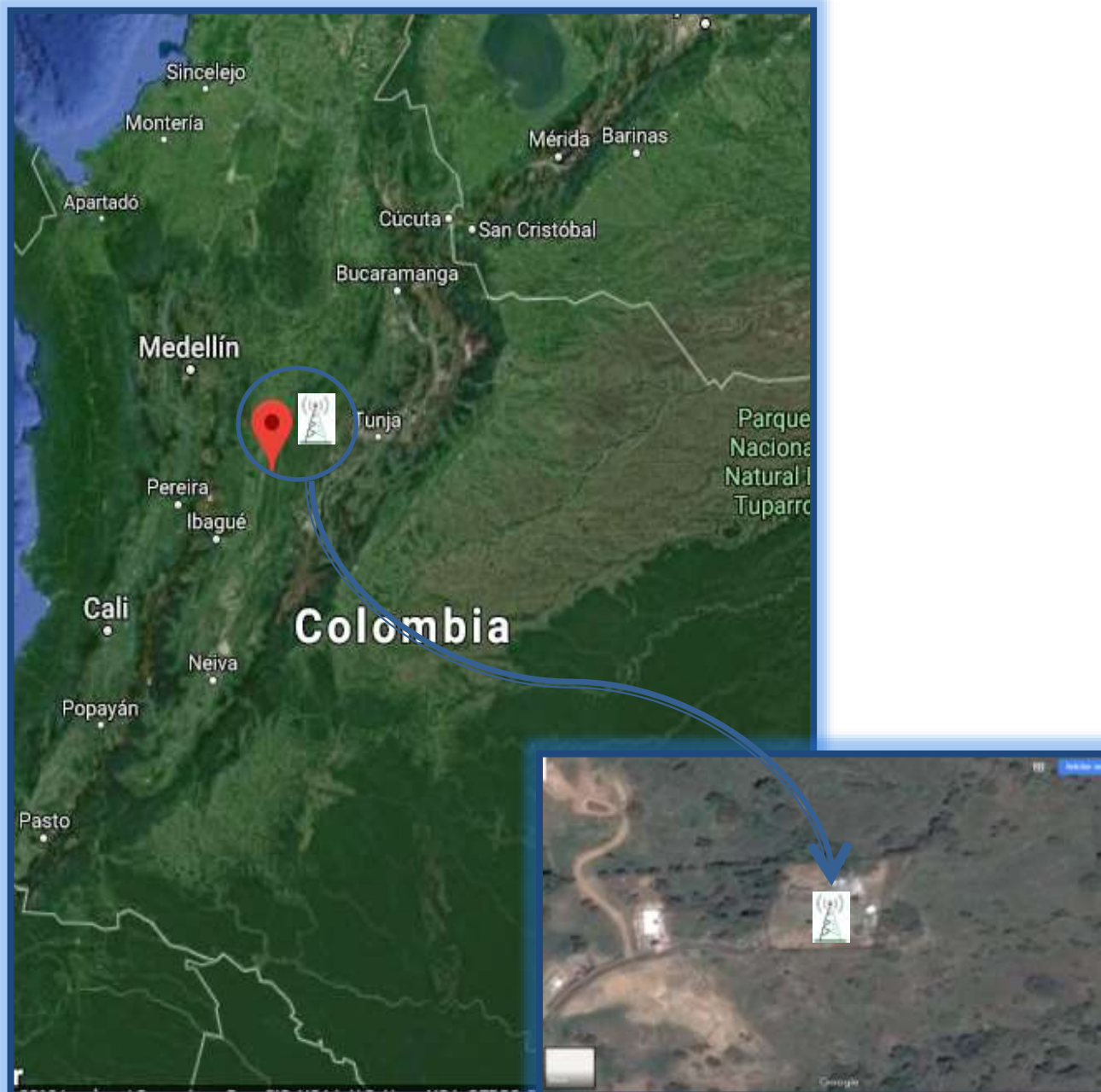


LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN GUADUAS

5°4'36.3"N 74°35'34.3"W

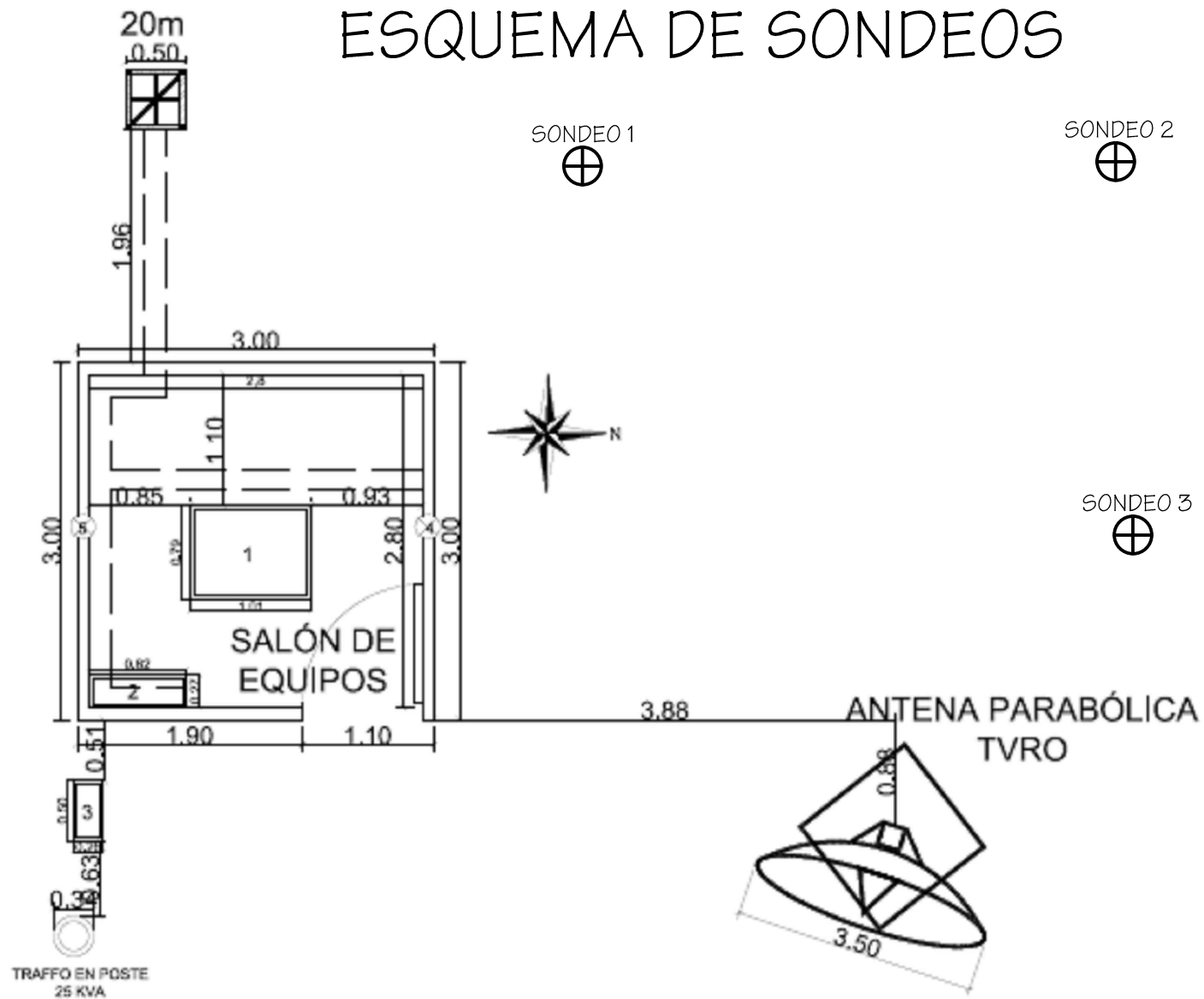


LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

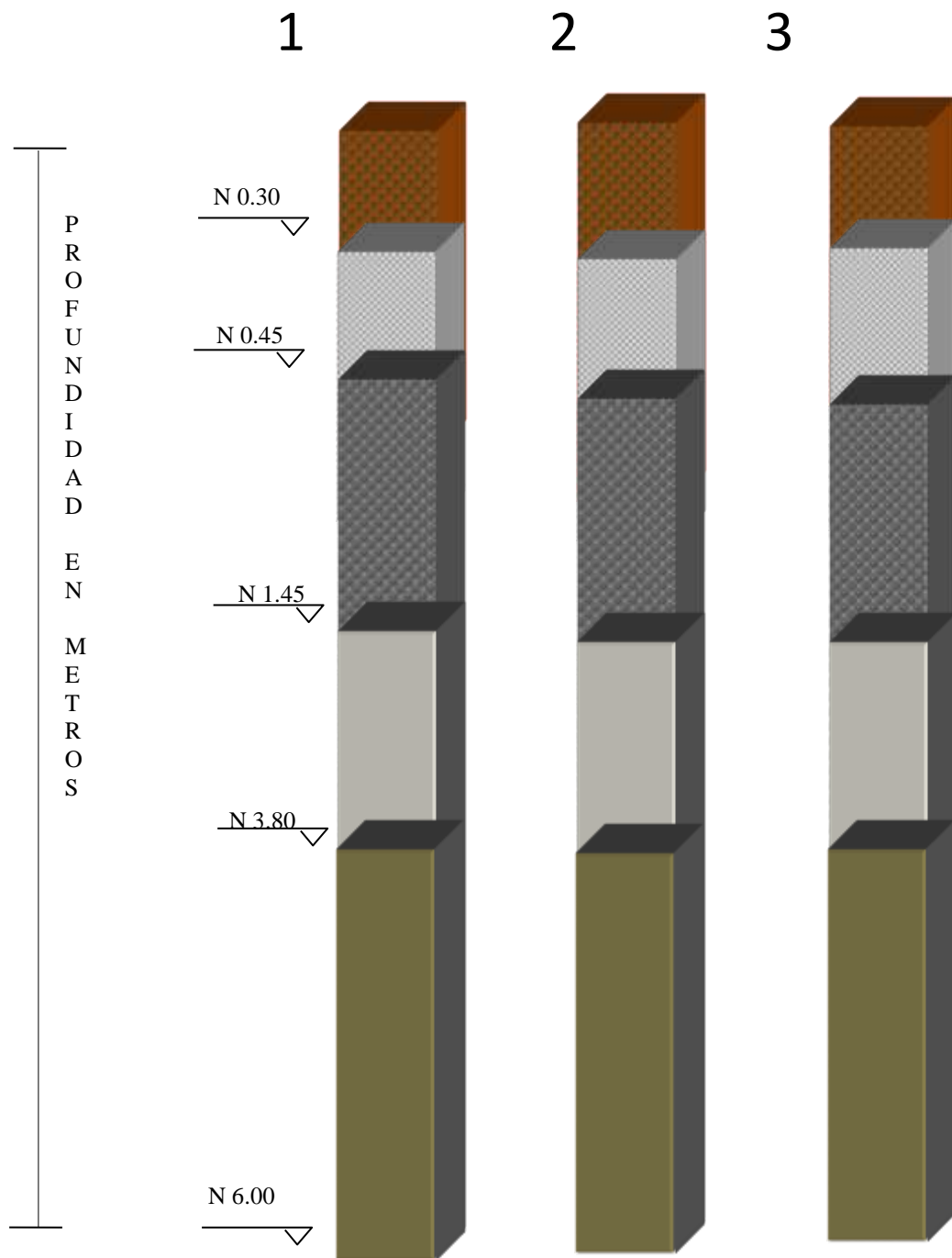
LOCALIZACION DE SONDEOS

TORRE RIENDADA

ESQUEMA DE SONDEOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO



CONVENCIONES



RELLENO HETEROGENEO



LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO



CONGLOMERADO DE ARCILLOLITA CAFE



MANTO DE ARENIZCA CAFÉ OSCURA



ARENIZCA CONSOLIDADA CAFÉ

CLIENTE				PROYECTO				TORRE AMPLIACION TDT FASE IV						
LOCALIZACION				FECHA				jun-18						
GUADUAS (CUNDINAMARCA)														
SONDEO 3				5°4'36.3"N 74°35'34.3"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
		0.00-0.30m	RELLENOS HETEROGENEOS											
		0.30-0.45 m	LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO	TS			42.20	20.40	1.65				1.04	1.10
		0.45-1.45 m	CONGLOMERADO DE ARCILLOLITA CAFÉ	SS 6" 6" 6"	13 5 7 7								1.05	1.17
1m														
2m				SS 6" 6" 6"	36 19 18 17								1.12	1.05
3m				SS 6" 6" 6"	36 18 19 17								1.21	1.19
4m														
5m														
6m														
						</								

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY		γ PESO UNITARIO (Ton/m ³)
B	MUESTRA EN BOLSA		M.O. CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON		%F PORCENTAJE DE FINOS
N	NUMERO DE GOLPES DE PENETRA		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:

$$q_d = \left[\frac{\gamma \cdot N_\gamma}{2} + \gamma \cdot (N_q - 1) \cdot \frac{D_f}{B} \right] \cdot B$$

q_d : Capacidad de carga

N_q, N_γ : Factores de

Capacidad de carga de

$$\phi = 31^\circ; N_q = 20; N_\gamma = 17$$

Terzaghi en función de ϕ

ϕ = ángulo de fricción interna

Del suelo

q_u : Resistencia a la

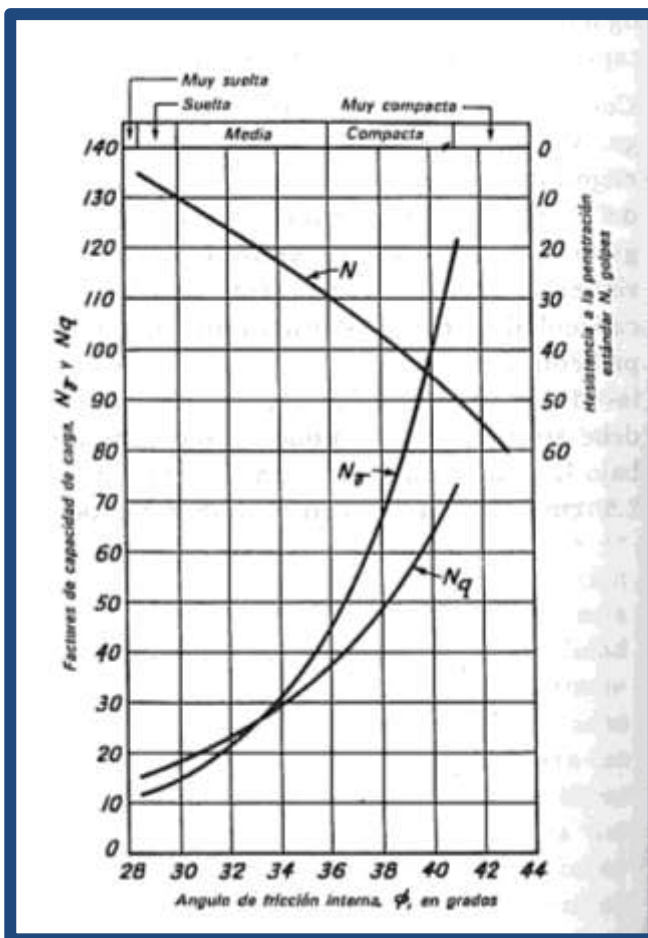
Compresión inconfiada del
Suelo

q : Sobrecarga

γ : Peso unitario del suelo

De cimentación

B : Base del cimiento



PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

*La profundidad de cimentación será de –1.50 metros del nivel del nivel actual
o sea en la capa de Conglomerado de Arcillolita café.*

$$q_d = \frac{[\gamma * N_\gamma + \gamma * (N_q - 1) * D_f] * B}{2}$$

$$q_d = 950.40 \text{ KN} / \text{m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

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

$$q_a = q_d / FS$$

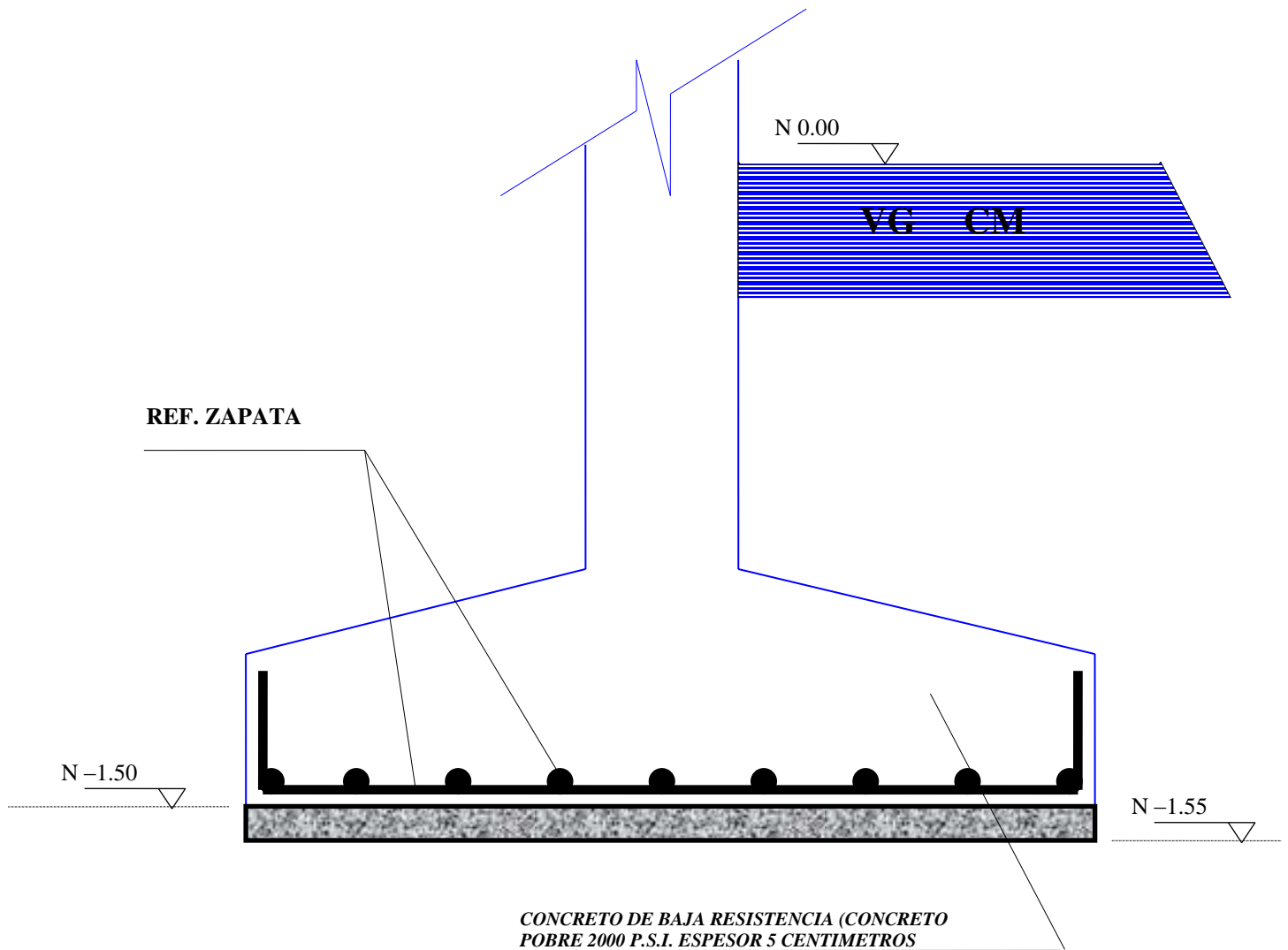
q_a : Capacidad portante admisible

$$q_a = 950.40 / 3$$

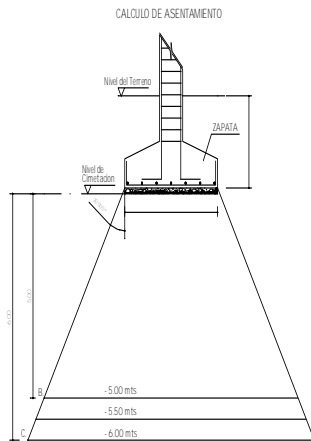
FS: Factor de seguridad = (3)

$$q_a = 316.80 \text{ KN} / \text{m}^2 \text{ Aproximadamente } 317 \text{ KN} / \text{m}^2$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS



DATOS INICIALES

PROFUNDIDAD DE CIMENTACION	1.50 m
CAPACIDAD DE CARGA	31.7 T/m ²
CARGA MAXIMA ESPERADA	21.00 T
PESO PROPIO CIMIENTO	2.10 T
CARGA TOTAL	23.10 T
AREA NECESARIA ZAPATA	0.73 m ²
ZAPATA MAXIMA	2x2 B= 2.00 L= 2.00
PESO UNITARIO DEL SUELO	1.76 T/m ²
MODULO ELASTICIDAD DEL SUELO	13.80 Kg/cm ²
ESFUERZO NETO	5.25 T/m ²
RELACION DE POISSON SUELO	0.24
Cs = factor de forma y rigidez en suelo cohesivos	

CALCULO DE ESFUERZO INICIAL ϑ^0 Y $\Delta\vartheta$

ÁREA EN LE PUNTO B	36.50 m ²
ÁREA EN LE PUNTO C	51.78 m ²
ESFUERZO EN EL PUNTO B POR W DEL SUELO	3.80 T/m ²
ESFUERZO EN EL PUNTO C POR W DEL SUELO	4.56 T/m ²
ESFUERZO EN EL PUNTO B POR CARGAS	0.63 T/m ²
ESFUERZO EN EL PUNTO C POR CARGAS	0.45 T/m ²
DIFERENCIA DE LOS ESFUERZOS	0.19 T/m ²
PROMEDIO DE LOS ESFUERZOS	0.54 T/m ²
CARGA EN EL PUNTO B POR W DE TIERRA	138.70 T
CARGA EN EL PUNTO C POR W DE TIERRA	196.78 T
CARGA TOTAL EN EL PUNTO B	161.80 T
CARGA TOTAL EN EL PUNTO C	219.88 T
ESFUERZO TOTAL EN EL PUNTO B	4.43 T/m ²
ESFUERZO TOTAL EN EL PUNTO C	4.25 T/m ²
ESFUERZO PROMEDIO	4.34 T/m ²

$$\vartheta^0 = 4.43 \text{ T/m}^2$$

$$\Delta\vartheta = 4.34 \text{ T/m}^2$$

CALCULO DE ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION

$\vartheta^0 =$	4.43 T/m ²
$\Delta\vartheta =$	4.34 T/m ²
$e_o =$	0.92
$C_c =$	0.023
$H_o =$	5.5 m
$\text{Log} ((\vartheta^0 + \Delta\vartheta)/\vartheta^0)$	0.29643
$\Delta H = H_o \times C_c / (1 + e_o) \times (\text{Log} ((\vartheta^0 + \Delta\vartheta)/\vartheta^0))$	
$\Delta H =$	0.01953042 m

ASENTAMIENTO POR CONSOLIDACION = 1.95 cm

CALCULO DE ASENTAMIENTO INMEDIATO

$C_s =$	0.15
$W_p =$	2.10 T
$B =$	200.00 cm
$S' = C_s \times Q \times B \times (1 - u^2) / E_u$	
$S' =$	1.08 cm

ASENTAMIENTO INMEDIATO = 1.08 cm

ASENTAMIENTO TOTAL = 3.03 cm

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA

SITIO

DESCRIPCION

FECHA

TORRE AMPLIACIÓN TDT

GUADUAS (CUNDINAMARCA)

5°4'36.3"N 74°35'34.3"W

LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO

jun-18

SONDEO : 1

PROFUNDIDAD : 0.50 m - 1.00 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.)	56.77	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.75	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.64	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA

SITIO

DESCRIPCION

FECHA

TORRE AMPLIACIÓN TDT

GUADUAS (CUNDINAMARCA)

5°4'36.3"N 74°35'34.3"W

LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO

jun-18

SONDEO : 2

PROFUNDIDAD : 0.50 m - 1.00 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	98.62	
PESO MUESTRA + PARAFINA	102.84	
PESO PARAFINA (gr.)	4.22	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.16	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	57.36	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	59.41	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.66	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT
GUADUAS (CUNDINAMARCA)
SITIO 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO
FECHA jun-18

SONDEO : 3

PROFUNDIDAD : 0.50 m - 1.00 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	96.52	
PESO MUESTRA + PARAFINA	100.84	
PESO PARAFINA (gr.)	4.32	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.28	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	56.09	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	58.50	
DENSIDAD (gr/cm ³)	1.65	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA
SITIO
DESCRIPCION
FECHA

TORRE AMPLIACIÓN TDT
GUADUAS (CUNDINAMARCA)
5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO
jun-18

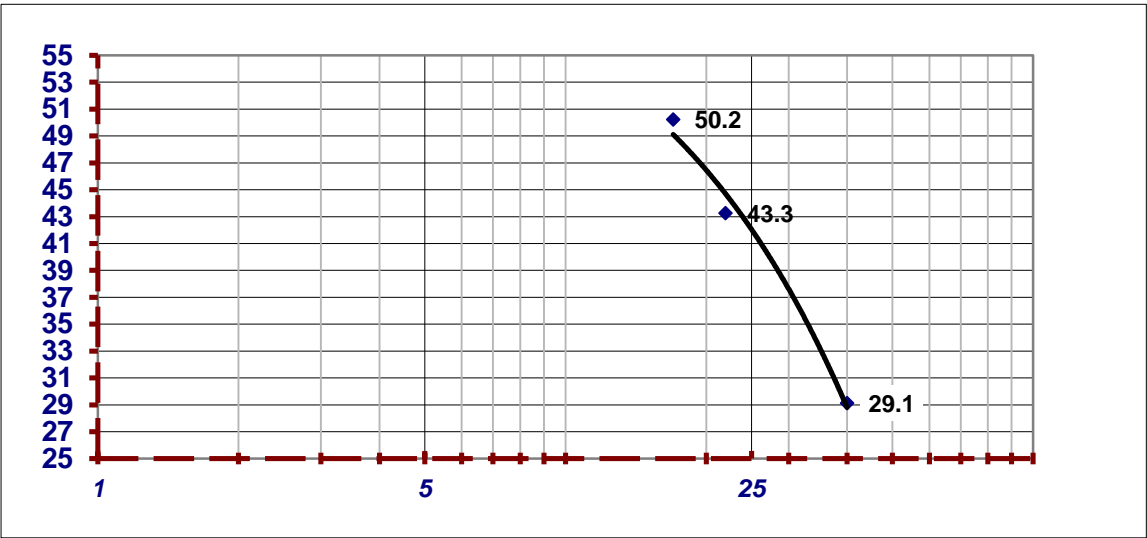
SONDEO : 1

PROFUNDIDAD : 0.50 m - 1.00 m

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	40	22	17		LIMITE LIQUIDO = 42.10%
Vidrio No.	50	63	39		LIMITE PLASTICO = 21.50%
P1	49.8	55.3	54.1		INDICE DE PLASTICIDAD= 20.60%
P2	41.0	42.3	40.4		
P3	10.6	12.2	13.0		
% Humedad	29.1	43.3	50.2		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	28	10		
P1	49.5	52.8		
P2	43.1	45.8		
P3	12.2	14.5		
% Humedad	20.66	22.34		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

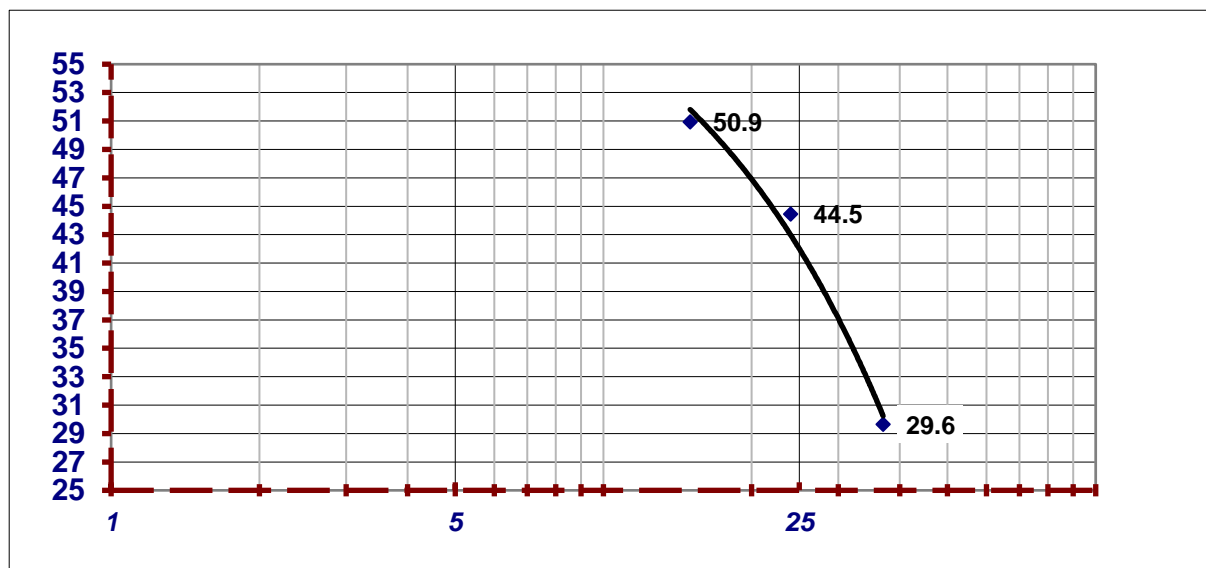


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA **TORRE AMPLIACIÓN TDT** SONDEO : **2**
 SITIO **GUADUAS (CUNDINAMARCA)**
5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 DESCRIPCION **LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO** PROFUNDIDAD : **0.50 m - 1.00 m**
 FECHA **jun-18**

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	37	24	15		LIMITE LIQUIDO = 42.00%
Vidrio No.	9	22	-2		LIMITE PLASTICO = 21.20%
P1	52.6	58.2	56.8		INDICE DE PLASTICIDAD= 20.80%
P2	43.7	45.0	43.1		
P3	13.7	15.3	16.1		
% Humedad	29.6	44.5	50.9		

LIMITE PLASTICO					
Vidrio No.	27	9			
P1	52.0	55.3			
P2	45.8	48.5			
P3	15.3	17.6			
% Humedad	20.26	22.14			LABORATORISTA: LUIS SALAZAR

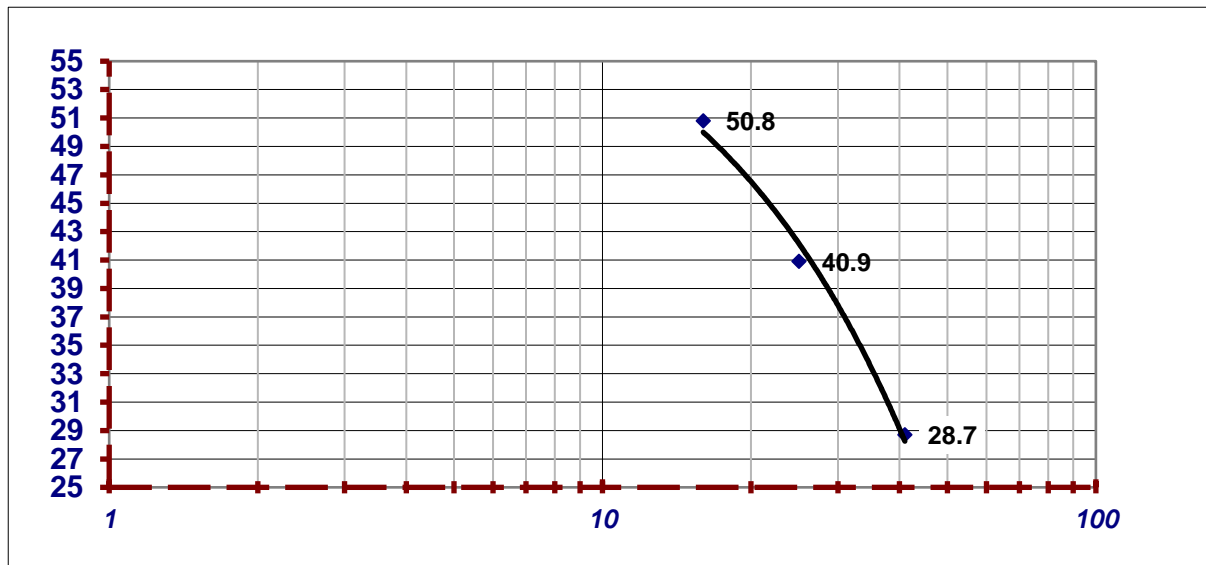


LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA **TORRE AMPLIACIÓN TDT** SONDEO : **3**
 SITIO **GUADUAS (CUNDINAMARCA)**
5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 DESCRIPCION **LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO** PROFUNDIDAD : **0.50 m - 1.00 m**
 FECHA **jun-18**

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	41	25	16		LIMITE LIQUIDO = 42.20%
Vidrio No.	8	21	-3		LIMITE PLASTICO = 21.80%
P1	60.3	65.6	67.2		INDICE DE PLASTICIDAD= 20.40%
P2	49.9	51.0	49.2		
P3	13.7	15.2	13.6		
% Humedad	28.7	40.9	50.8		

LIMITE PLASTICO					
Vidrio No.	28	10			
P1	61.1	65.0			
P2	53.0	56.3			
P3	14.8	17.3			
% Humedad	21.29	22.31			LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

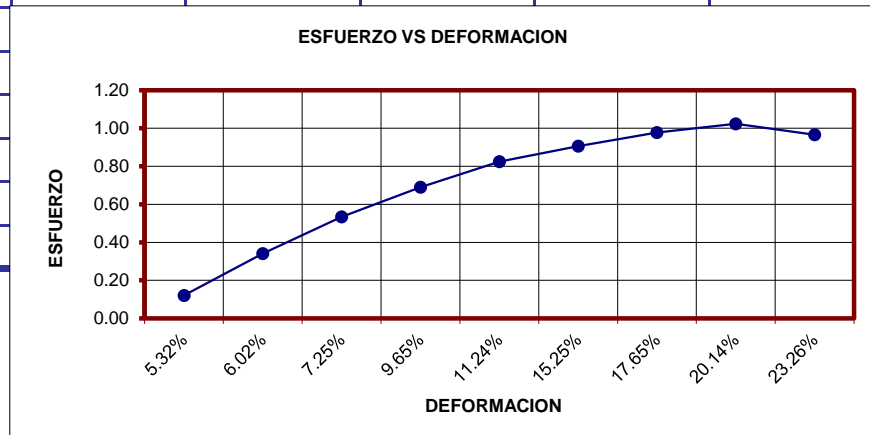
MUESTRAS TOMADAS EN : GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO
 PROFUNDIDAD: 0.50 m - 1.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.20 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 216.62 cm³
 PESO INICIAL Po: 355.26 g
 PESO SECO Pf: 230.25 g
 HUMEDAD W: 54.29%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.64 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM.	% DEFOR	IND. DE CARGA	CARGA AX.	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA	ESFUERZO CORREGIDO
,001"		,0001"	Kg		cm ²	kg/cm ²
63	5.32%	14	2.715	0.9468	22.430	0.12
83	6.02%	24	7.715	0.9398	22.598	0.34
103	7.25%	32	12.217	0.9275	22.897	0.53
143	9.65%	40	16.217	0.9035	23.505	0.69
183	11.24%	48	19.720	0.8876	23.927	0.82
223	15.25%	56	22.720	0.8475	25.059	0.91
263	17.65%	60	25.222	0.8235	25.789	0.98
323	20.14%	62	27.224	0.7986	26.593	1.02
383	23.26%	61	26.724	0.7674	27.673	0.97



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

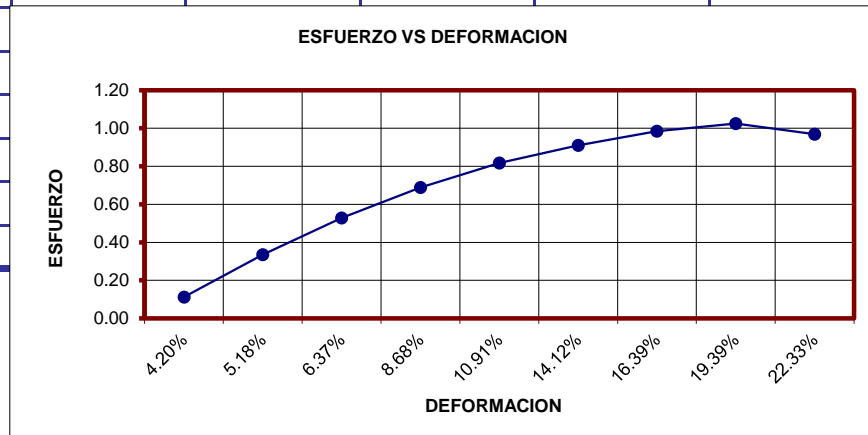
MUESTRAS TOMADAS EN : GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO
 PROFUNDIDAD: 0.50 m - 1.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.30 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 218.74 cm³
 PESO INICIAL Po: 363.11 g
 PESO SECO Pf: 232.63 g
 HUMEDAD W: 56.09%

LIMITE LIQUIDO WI:
 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 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
64	4.20%	14	2.495	0.9580	22.169	0.11
84	5.18%	24	7.495	0.9482	22.398	0.33
104	6.37%	32	11.997	0.9363	22.683	0.53
144	8.68%	40	15.997	0.9132	23.257	0.69
184	10.91%	48	19.500	0.8909	23.839	0.82
224	14.12%	56	22.500	0.8588	24.729	0.91
264	16.39%	60	25.002	0.8361	25.401	0.98
324	19.39%	62	27.004	0.8061	26.347	1.02
384	22.33%	61	26.504	0.7767	27.344	0.97



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

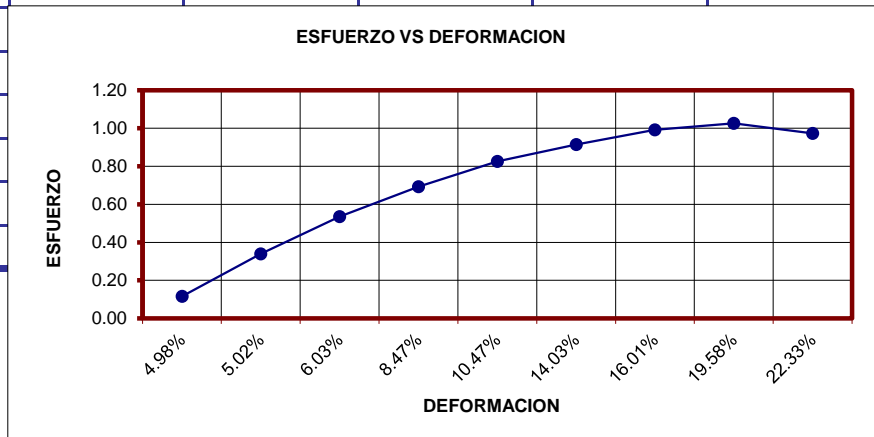
MUESTRAS TOMADAS EN : GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO
 PROFUNDIDAD: 0.50 m - 1.00 m

ALTURA INICIAL H: 10.50 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 222.99 cm³
 PESO INICIAL Po: 367.93 g
 PESO SECO Pf: 231.44 g
 HUMEDAD W: 58.98%

LIMITE LIQUIDO WI:
 LIMITE PLASTICO Wp:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO Gv: 1.65 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
65	4.98%	14	2.589	0.9502	22.350	0.12
85	5.02%	24	7.589	0.9498	22.360	0.34
105	6.03%	32	12.091	0.9397	22.600	0.54
145	8.47%	40	16.091	0.9153	23.202	0.69
185	10.47%	48	19.594	0.8953	23.721	0.83
225	14.03%	56	22.594	0.8597	24.703	0.91
265	16.01%	60	25.096	0.8399	25.285	0.99
325	19.58%	62	27.098	0.8042	26.408	1.03
385	22.33%	61	26.598	0.7768	27.341	0.97



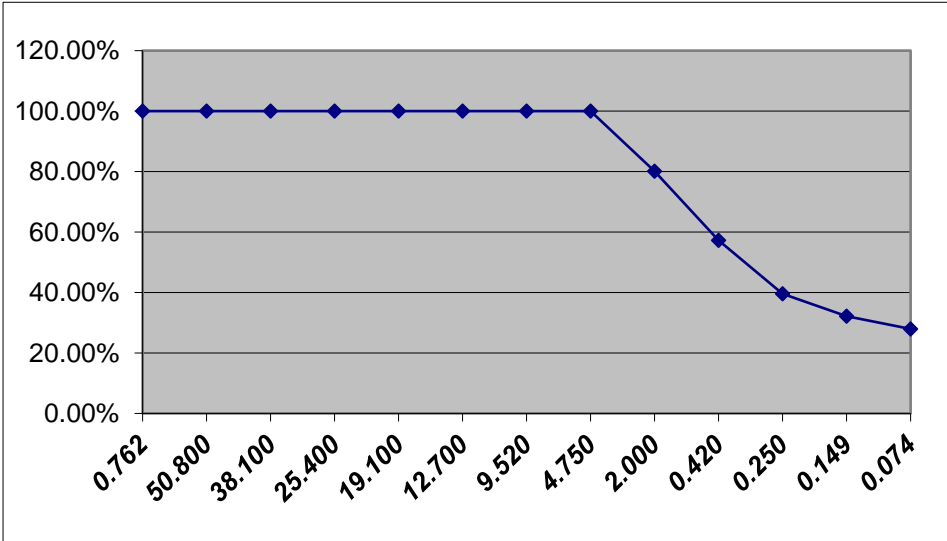
GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION CAFÉ PROFUNDIDAD : 0.80 m - 1.30 m
FECHA jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	34.980	34.98	19.88%	100.00%
N 10	40.230	40.23	22.86%	80.13%
N 40	31.190	31.19	17.72%	57.27%
N 80	12.980	12.98	7.38%	39.55%
N 100	7.430	7.43	4.22%	32.17%
N 200	10.400	10.40	5.91%	27.95%
FONDO	38.790			22.04%

PESO DE LA MUESTRA	
	176 gr
RESUMEN	
GRAVA	0.00%
ARENA	60.45%
FINOS	39.55%

SUMATORIA 176.000 77.96%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION CAFÉ PROFUNDIDAD : 0.90 m - 1.40 m
FECHA jun-18

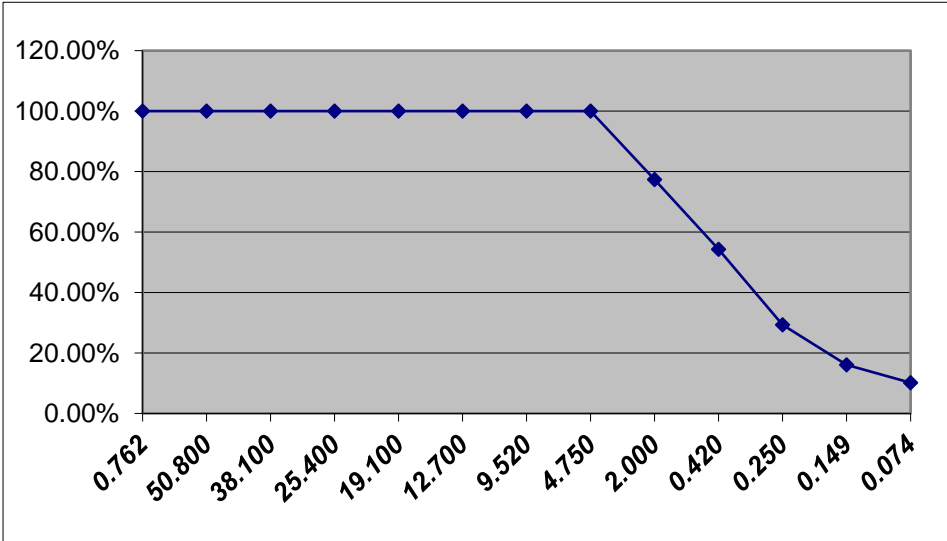
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	38.230	38.23	22.62%	100.00%
N 10	39.090	39.09	23.13%	77.38%
N 40	42.230	42.23	24.99%	54.25%
N 80	22.320	22.32	13.21%	29.26%
N 100	9.980	9.98	5.91%	16.05%
N 200	10.320	10.32	6.11%	10.15%
FONDO	6.830			4.04%

PESO DE LA MUESTRA

169 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 70.74%
FINOS 29.26%

SUMATORIA 169.000 95.96%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION CAFÉ PROFUNDIDAD : 0.70 m - 1.20 m
FECHA jun-18

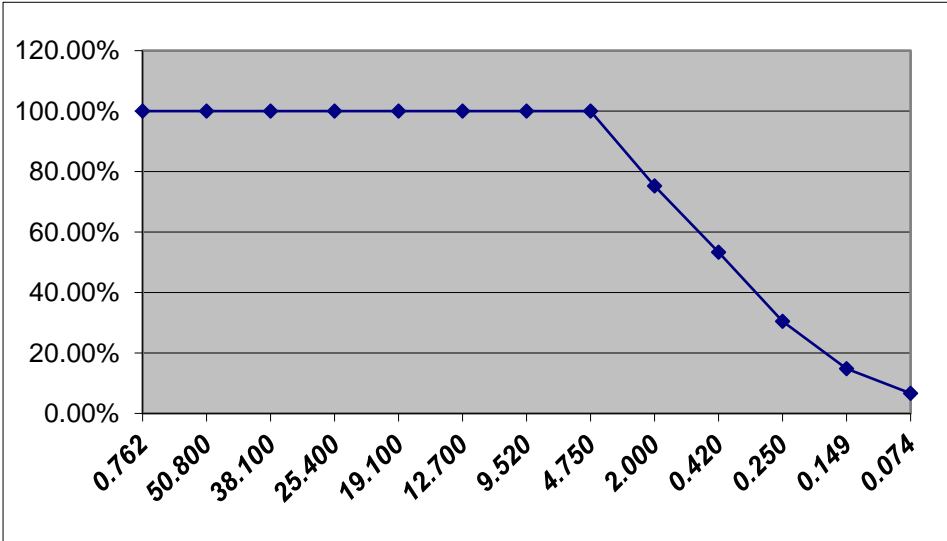
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	43.320	43.32	24.75%	100.00%
N 10	38.440	38.44	21.97%	75.25%
N 40	39.970	39.97	22.84%	53.28%
N 80	27.320	27.32	15.61%	30.44%
N 100	14.320	14.32	8.18%	14.83%
N 200	6.550	6.55	3.74%	6.65%
FONDO	5.080			2.90%

PESO DE LA MUESTRA

175 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 69.56%
FINOS 30.44%

SUMATORIA 175.000 97.10%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION MANTO DE ARENISCA CAFÉ OSCURA PROFUNDIDAD : 1.90 m - 2.40 m
FECHA jun-18

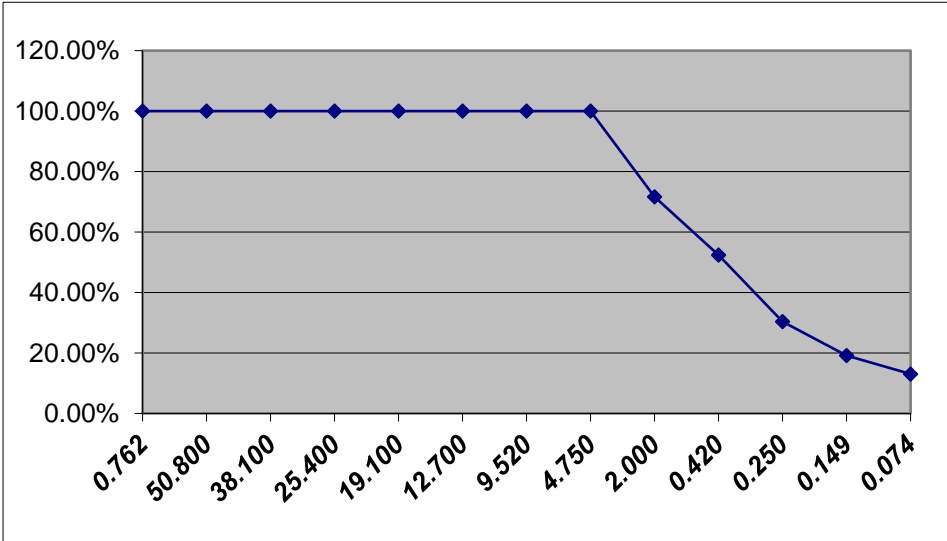
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	49.340	49.34	28.36%	100.00%
N 10	33.450	33.45	19.22%	71.64%
N 40	38.430	38.43	22.09%	52.42%
N 80	19.430	19.43	11.17%	30.33%
N 100	10.660	10.66	6.13%	19.17%
N 200	12.210	12.21	7.02%	13.04%
FONDO	10.480			6.02%

PESO DE LA MUESTRA

174 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 69.67%
FINOS 30.33%

SUMATORIA 174.000 93.98%



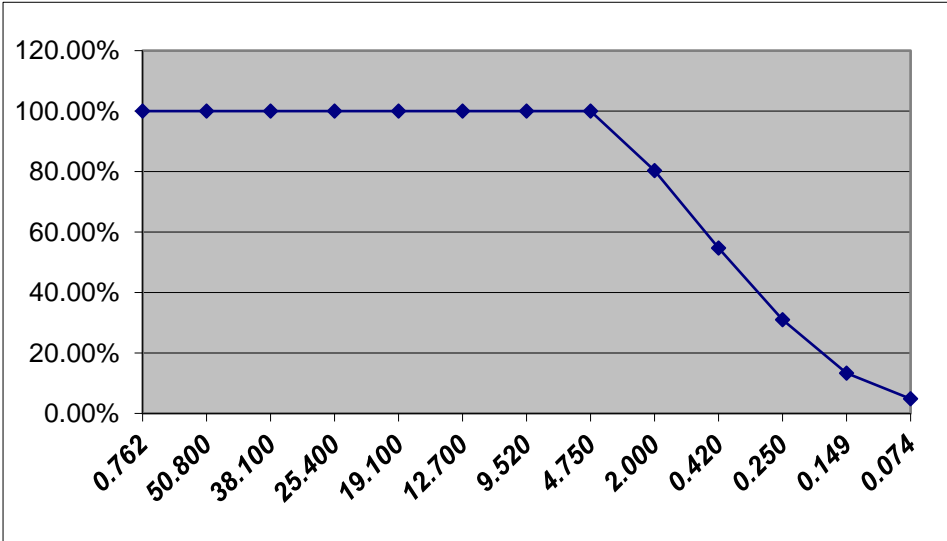
GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 1
 SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 DESCRIPCION MANTO DE ARENISCA CAFÉ OSCURA PROFUNDIDAD : 2.60 m - 3.10 m
 FECHA jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	33.210	33.21	19.65%	100.00%
N 10	43.320	43.32	25.63%	80.35%
N 40	40.060	40.06	23.70%	54.72%
N 80	29.930	29.93	17.71%	31.01%
N 100	14.320	14.32	8.47%	13.30%
N 200	5.450	5.45	3.22%	4.83%
FONDO	2.710			1.60%

PESO DE LA MUESTRA
 169 gr
 RESUMEN
 GRAVA 0.00%
 ARENA 68.99%
 FINOS 31.01%

SUMATORIA 169.000 98.40%



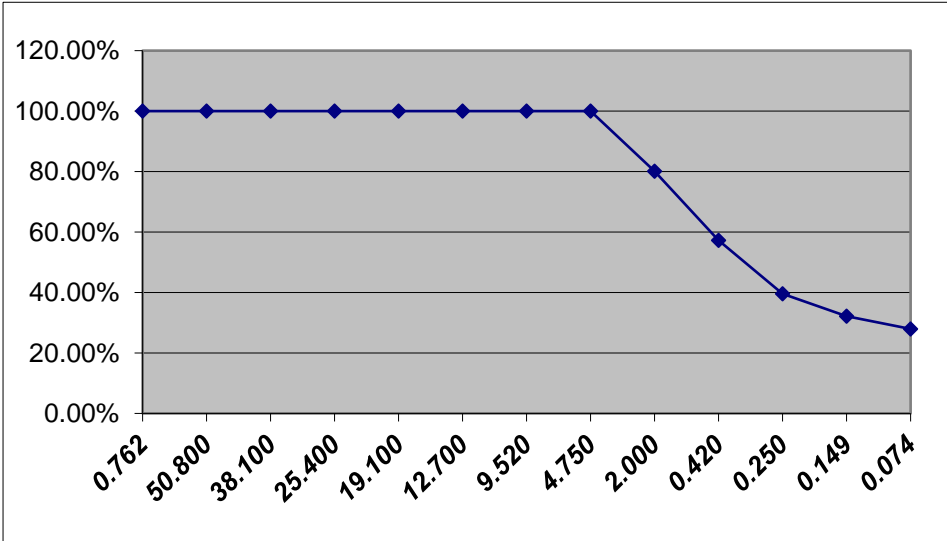
GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION MANTO DE ARENISCA CAFÉ OSCURA PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.50 m
FECHA jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	34.980	34.98	19.88%	100.00%
N 10	40.230	40.23	22.86%	80.13%
N 40	31.190	31.19	17.72%	57.27%
N 80	12.980	12.98	7.38%	39.55%
N 100	7.430	7.43	4.22%	32.17%
N 200	10.400	10.40	5.91%	27.95%
FONDO	38.790			22.04%

PESO DE LA MUESTRA	
	176 gr
RESUMEN	
GRAVA	0.00%
ARENA	60.45%
FINOS	39.55%

SUMATORIA 176.000 77.96%



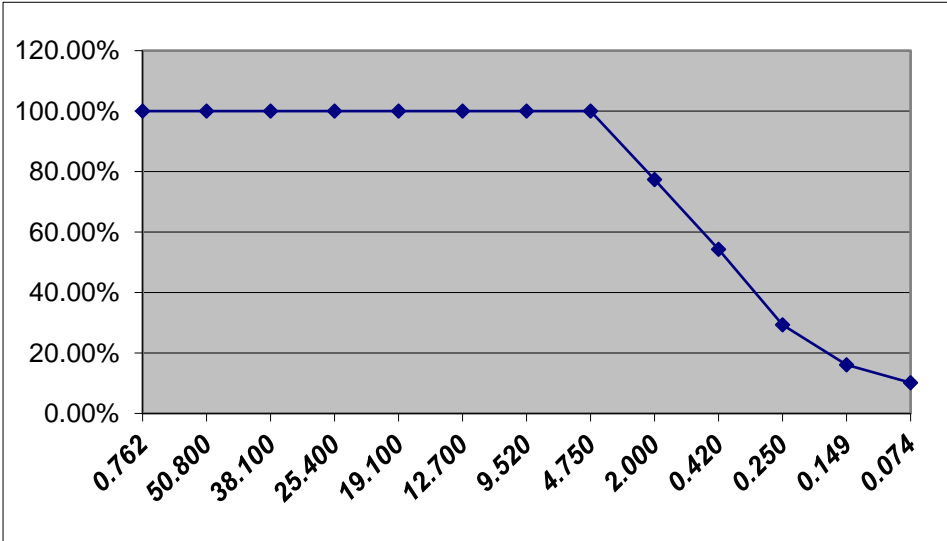
GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 2
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION MANTO DE ARENISCA CAFÉ OSCURA PROFUNDIDAD : 2.80 m - 3.30 m
FECHA jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	38.230	38.23	22.62%	100.00%
N 10	39.090	39.09	23.13%	77.38%
N 40	42.230	42.23	24.99%	54.25%
N 80	22.320	22.32	13.21%	29.26%
N 100	9.980	9.98	5.91%	16.05%
N 200	10.320	10.32	6.11%	10.15%
FONDO	6.830			4.04%

PESO DE LA MUESTRA
169 gr
RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 70.74%
FINOS 29.26%

SUMATORIA 169.000 95.96%



GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
DESCRIPCION MANTO DE ARENISCA CAFÉ OSCURA PROFUNDIDAD : 1.90 m - 2.40 m
FECHA jun-18

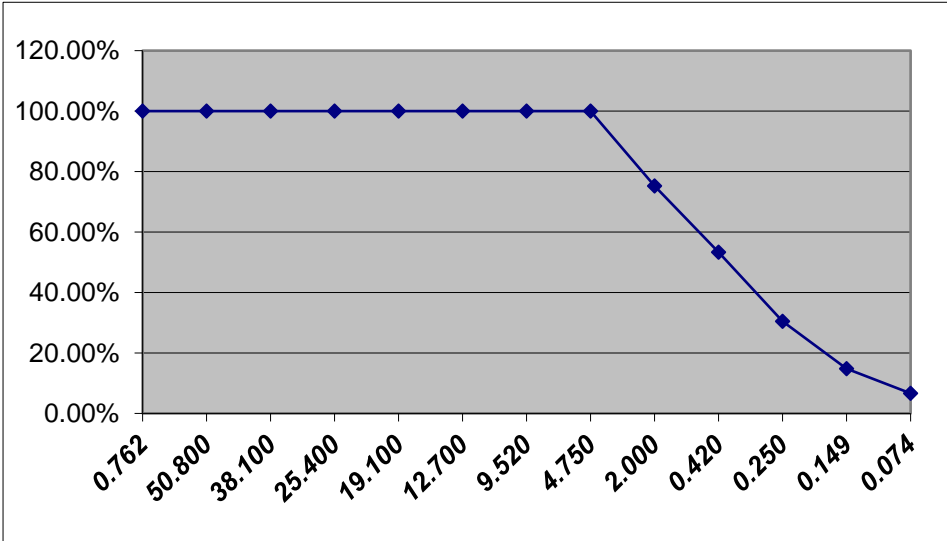
GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	43.320	43.32	24.75%	100.00%
N 10	38.440	38.44	21.97%	75.25%
N 40	39.970	39.97	22.84%	53.28%
N 80	27.320	27.32	15.61%	30.44%
N 100	14.320	14.32	8.18%	14.83%
N 200	6.550	6.55	3.74%	6.65%
FONDO	5.080			2.90%

PESO DE LA MUESTRA

175 gr

RESUMEN
GRAVA 0.00%
ARENA 69.56%
FINOS 30.44%

SUMATORIA 175.000 97.10%



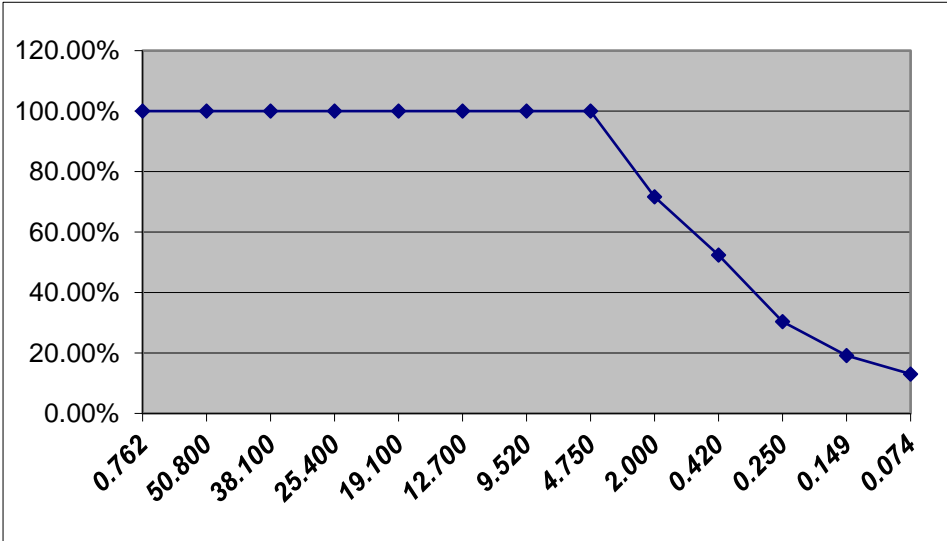
GRANULOMETRIA

OBRA TORRE AMPLIACIÓN TDT SONDEO : 3
 SITIO GUADUAS (CUNDINAMARCA)
 5°4'36.3"N 74°35'34.3"W
 DESCRIPCION MANTO DE ARENISCA CAFÉ OSCURA PROFUNDIDAD : 2.70 m - 3.20 m
 FECHA jun-18

GRADACION				
TAMIZ	Wretenido	Wretenido corregido	%retenido	%pasa
3"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1 1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/4"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
1/2"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
3/8"	0.000	0.00	0.00%	100.00%
N 4	49.340	49.34	28.36%	100.00%
N 10	33.450	33.45	19.22%	71.64%
N 40	38.430	38.43	22.09%	52.42%
N 80	19.430	19.43	11.17%	30.33%
N 100	10.660	10.66	6.13%	19.17%
N 200	12.210	12.21	7.02%	13.04%
FONDO	10.480			6.02%

PESO DE LA MUESTRA
 174 gr
 RESUMEN
 GRAVA 0.00%
 ARENA 69.67%
 FINOS 30.33%

SUMATORIA 174.000 93.98%



INFORME FOTOGRAFICO

ESTACIÓN





SONDEOS







