

EXPLORACION GEOTECNICA PARA EL DISEÑO DE
CIMENTACIONES DE TORRES PARA COMUNICACIONES
0°39'18.6" NORTE, 76° 53'52.0" OESTE
ORITO, PUTUMAYO

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**

**0°39'18.6" NORTE, 76° 53'52.0" OESTE
ORITO, PUTUMAYO**

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 Orito - Putumayo, dentro de las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Aguas en el área rural del municipio en la vereda San Juan de Las Palmeras.*

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

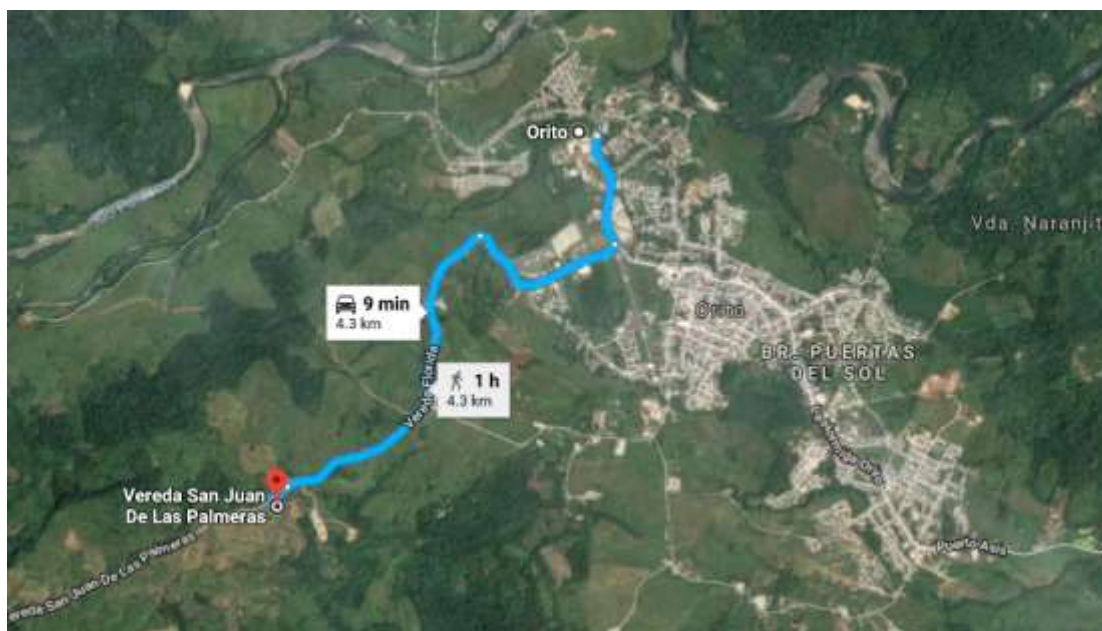
- Humedad*
- natural*
- Pesos*
- unitarios*

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 Orito-Putumayo, localizada en el área rural del municipio en la vereda San Juan de Las Palmeras en las siguientes coordenadas:

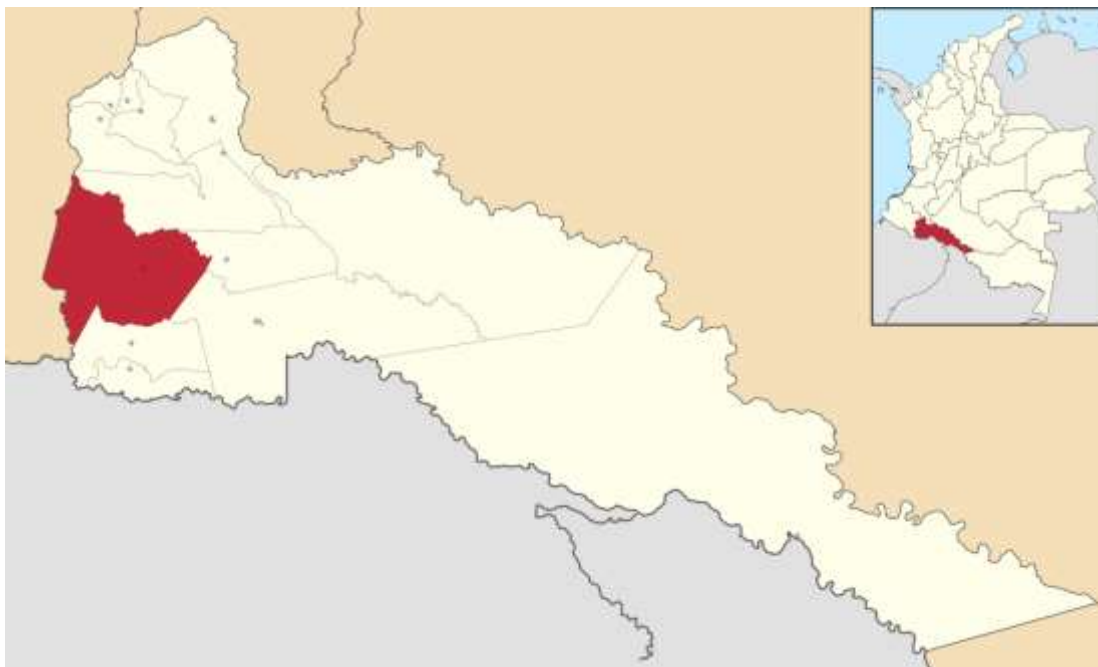
0°39'18.6" Norte, 76° 53'52.0" Oeste.



Ubicación del proyecto

4.2 INFORMACION GENERAL DEL MUNICIPIO

El municipio de Orito está localizado en la zona del bajo Putumayo; limita por el norte, con el Municipio de Villa Garzón; por el oriente, con los Municipios de Puerto Caicedo y Puerto Asís; por el Sur, con el Municipio del Valle del Guamuéz y la República del Ecuador; y por el occidente, con el Departamento de Nariño.



El casco Urbano se encuentra a una altura promedio sobre el nivel del mar, de 310m, la temperatura promedio es de 27°C; se encuentra a una distancia de 134 km del municipio de Mocoa capital del departamento de Putumayo. El acceso a

la ubicación del proyecto se hace por una carretera veredal en buen estado vía a la vereda San Juan de las Palmeras.

La topografía del municipio va de montañosa en los límites con el departamento de Nariño, a las suaves ondulaciones hacia el suroccidente. Esta última es la predominante, aunque presenta terrenos planos en su parte sur.

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

El lote del terreno es plano, y ya existen construcciones, pues la torre se localizará dentro de las instalaciones de la Planta de Tratamiento de Agua de la cabecera municipal.

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 - 6.00m Arcilla rojiza con vetas
amarillas.

El manto de Arcilla rojiza con vetas amarillas, es de baja plasticidad, con limite liquido de 56.80 %, el índice de plasticidad es de 32.40. La consistencia evaluada mediante pruebas de compresión inconfiada dieron valores de 1.22 kg. /cm², indicando un estrato de consistencia media blanda.

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

5.2 HETEROGENEIDAD DEL SUBSUELO

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

5.3 NIVEL Y TIPO DE CIMENTACIÓN

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

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

5.4 EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE CAPACIDAD PORTANTE

Los cálculos se generaron con el siguiente patrón de desarrollo:

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

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

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

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

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

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

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

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

Se emplearon los siguientes parámetros de cálculo:

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

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

RESUMEN GENERAL

<i>Profundidad de cimentación</i>	<i>1.50 (m)</i>
<i>Estrato portante</i>	<i>Arcilla rojiza con Vetas Amarillas</i>
<i>Capacidad portante</i>	<i>11.10 (t/m²)</i>
<i>Módulo de reacción K</i>	<i>1327.04 (t/m³)</i>
<i>Angulo de fricción φ</i>	<i>25°</i>
<i>Peso unitario γ</i>	<i>1.64 (gr/cm³)</i>
<i>Coeficiente de presión activa Ka</i>	<i>0.41</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

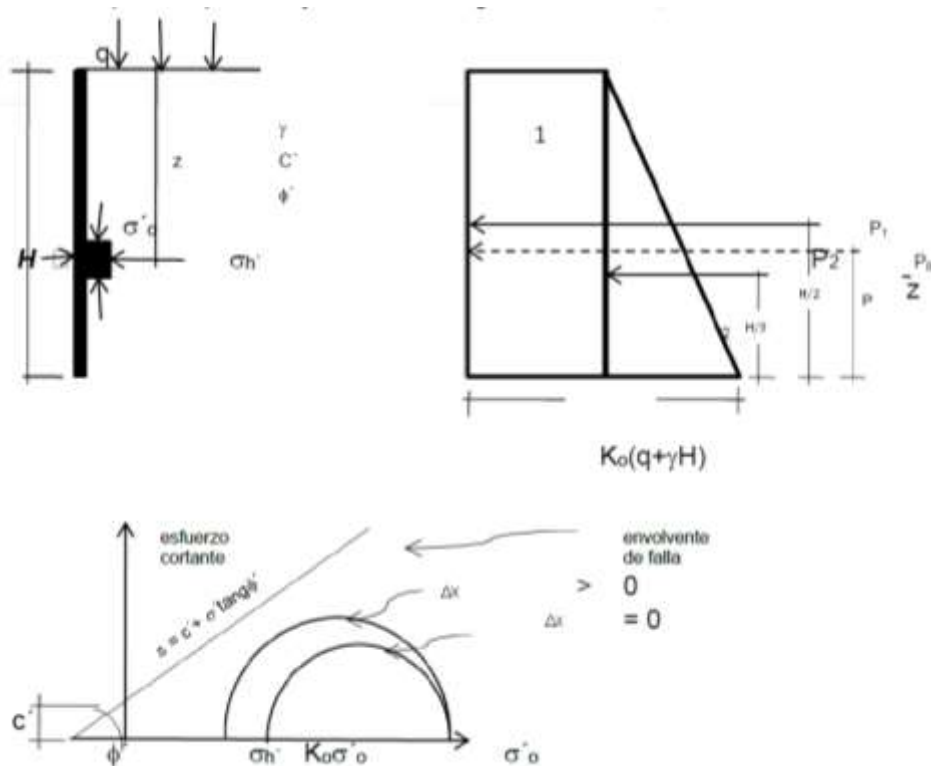
Factores De Seguridad indirectos F_{sicp} Mínimos

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.

CALCULO FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO E INDIRECTO

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

Datos de entrada

$S_u = C$	60.93 KN/m ²
q_c	331.76 KN/m ²
q_a	111 KN/m ²
q	18.58 KN/m ²

DISEÑO

S_{ud}	17.90 KN/m ²	
F_{SBU}	3.40 KN/m ²	>1,8 OK

$$q_f = 5.14 * S_u + q$$

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

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

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

FACTOR DE SEGURIDAD INDIRECTO:

3.00

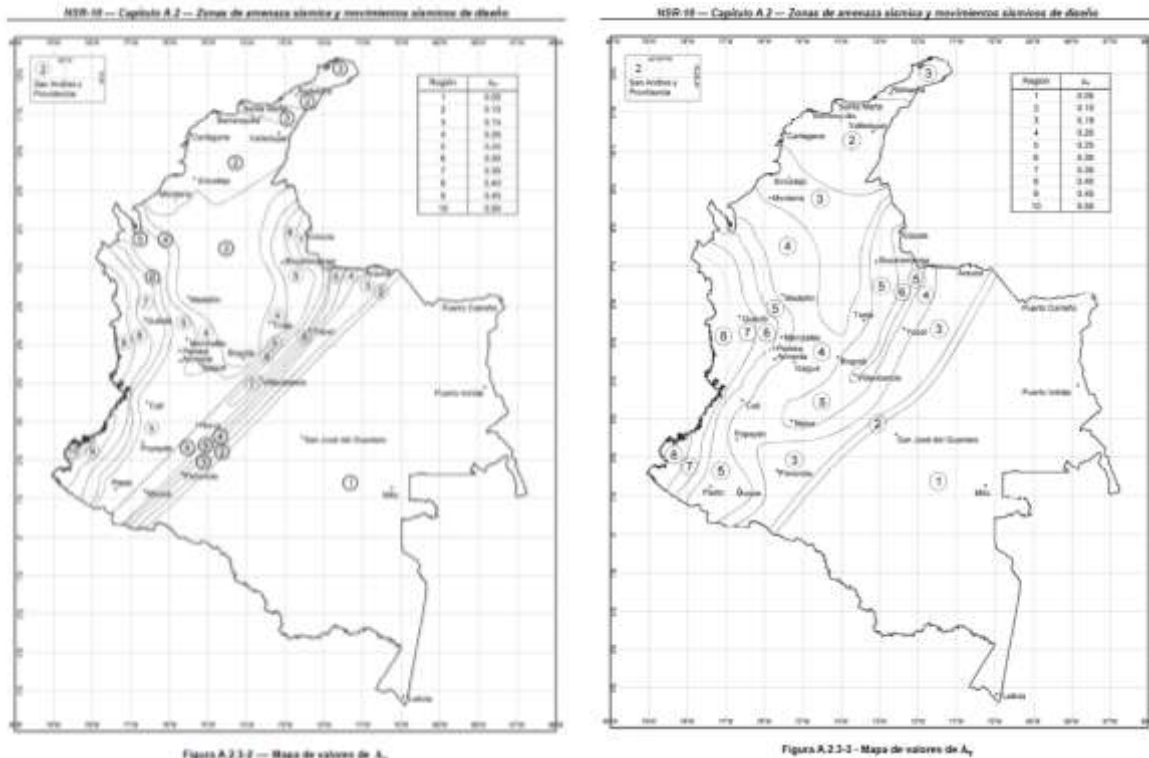
FACTOR DE SEGURIDAD DIRECTO:

3.40

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





Para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico efectiva, para diseño A_a esperado es de 0.30 y el coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva A_v esperado es de 0.25. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.20$, $F_v = 1.90$, $T_c = 0.63$, $T_L = 4.56$ y $T_0 = 0.13$.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- A continuación, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la exploración geotécnica llevada a cabo en las coordenadas 0°39'18.6" Norte, 76° 53'52.0''Oeste, para el diseño de cimentaciones para la torre de comunicaciones ubicada en el municipio de Orito, departamento de Putumayo.
- De acuerdo a la estratigrafía determinada por medio de los sondeos efectuados, no se identifica alguna capa de material de tipo orgánico; se deberá retirar 1.50m de la capa de Arcilla rojiza con vetas amarillas para que la cimentación superficial no quede expuesta; en consecuencia, este manto debe ser excavado para llegar al nivel de cimentación.
- El suelo de cimentación para la torre corresponde a una Arcilla rojiza con vetas amarillas.

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

- El Municipio de Orito se encuentra dentro de un área de riesgo sísmico alto; para los parámetros sísmicos el coeficiente de aceleración pico A_a esperado es de 0.30 y $A_v = 0.25$. Teniendo en cuenta los resultados de campo, al sitio le corresponde un perfil de suelo tipo D con coeficientes $F_a = 1.20$, $F_v = 1.90$, $T_c = 0.63$, $T_L = 4.56$ y $T_0 = 0.13$.
- Este tipo de suelo es catalogado de acuerdo a la norma sismo resistente como de poca variabilidad.

RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

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

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

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

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

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

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

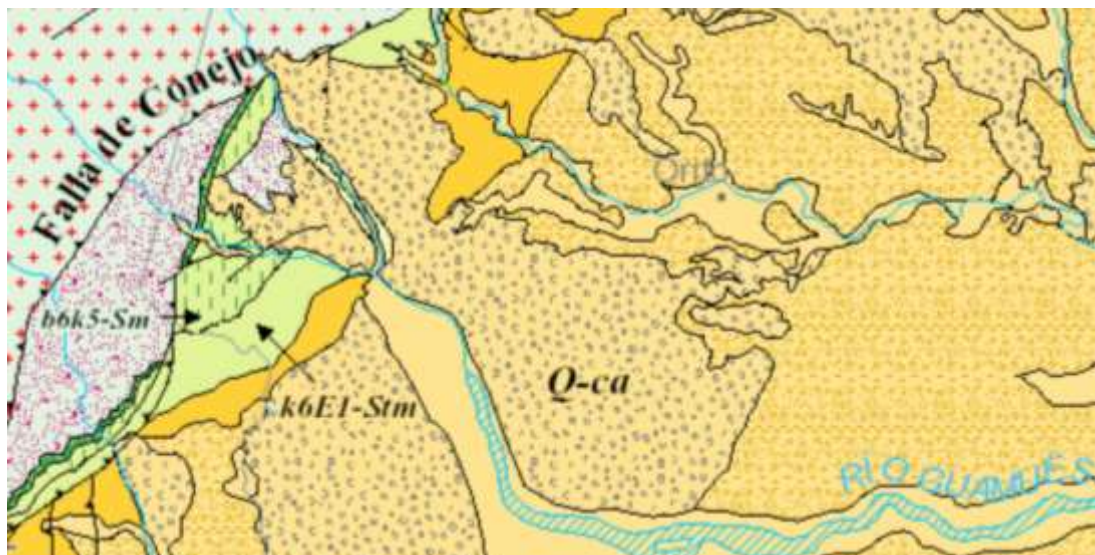
1"	50 - 80
Nº 4	20 - 50
Nº 200	0 - 20

- Límite líquido: < 25%.

- Índice de plasticidad < =6%.

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

GEOLOGIA



El municipio de Orito se localiza geológicamente en el extremo noroccidental de la Cuenca del Putumayo, la cual se extiende hacia el sur conformando un complejo de cuencas mucho más grande, que incluye hacia el sur la gran Cuenca de Oriente en el Ecuador y la Cuenca de Maraón en el Perú. Este complejo a su vez hace parte del sistema de cuencas subandinas que se presentan a lo largo de América del Sur, al oriente de la Cordillera de Los Andes, y que se encuentran separadas entre sí generalmente por arcos de basamento, como es el caso del Arco de Vaupés, que separa a la Cuenca del Putumayo de la Cuenca de los Llanos Orientales en Colombia.

Las rocas más antiguas en la cuenca corresponden al basamento cristalino precámbrico del Escudo de Guayana hacia el Este, y del Macizo de Garzón hacia el noroeste de la cuenca. La cobertera sedimentaria desarrollada sobre una depresión estructural se forma en el Mesozoico temprano a causa de una tectónica distensiva que comprende la actual Cuenca del Putumayo, la Cordillera Oriental y el Valle del Magdalena. En cercanía de Mocoa se ven calizas y limolitas parcialmente metamorfoseadas, que se han correlacionado con la Formación Payandé del Valle Superior del Magdalena (VSM), de edad triásica. El basamento económico de esta cuenca corresponde a areniscas arcósicas intercaladas con arcillolitas rojo purpura, tobas y brechas volcánicas, intruidas por plutonitas y diques básicos. Esta sucesión continental se ha correlacionado con la Formación Saldaña del VSM, de edad jurásica.

Después de un periodo de erosión y/o no depositación en el área, durante el Jurásico Medio a Superior y parte del Cretácico Inferior, la depresión estructural preexistente comenzó a ser rellenada por sedimentos fluviales y marinos someros, a medida que ascendía el nivel relativo del mar.

Tales depósitos cretácicos arenosos basales reciben en esta cuenca el nombre de Formación "Caballos», aparentemente datados con base en palinología como del Aptiano-Albiano. La sucesión lodolítica calcárea que se encuentra suprayaciendo a la Formación "Caballos" presenta un rango de edades desde el Albiano hasta el Santoniano. En el subsuelo se han reconocido seis subunidades con carácter de miembros informales, denominados de base a techo: Caliza C, Arena T, Caliza S, Arena U, Caliza A y Arena N.

En el Cretácico Superior se evidencia una regresión marina que corresponde a los depósitos de la Formación Rumiyaco, cuya edad es de Maastrichtiano a Paleoceno.

A comienzos del Terciario, se evidencian pulsos de levantamiento de la Cordillera Central y la consiguiente retirada del mar, dando paso a la acumulación de sedimentos continentales molásicos que corresponden en la Cuenca del Putumayo a la Formación Pepino. Esta unidad, acumulada en ambientes de abanicos aluviales, que data del Eoceno Medio. A finales del Eoceno y comienzos del Oligoceno predominaban las condiciones lacustres, pantanosas y de aguas salobres que prevalecieron durante la acumulación de los sedimentos de la Formación

Orteguaza. Estas condiciones lacustres predominaron hasta finales del Mioceno, con la depositación de las arcillolitas abigarradas y arenitas de las Formaciones Orito, Belén y Ospina. Del Mioceno hasta ahora, el levantamiento de la Cordillera Oriental aporta continuamente sedimentos de piedemonte como los que conforman la Formación Caimán y los depósitos recientes, que pueden recibir localmente otros nombres (Formación Guamués).

GEOMORFOLOGIA

En el Putumayo se distinguen dos zonas morfológicas distintas: hacia el occidente se encuentra el flanco de la cordillera Oriental, que se extiende hasta el piedemonte amazónico; y la llanura amazónica, que abarca el centro y oriente del territorio y es de relieve ondulado; a orillas del río Caquetá y Mecaya se encuentran sectores inundables. El relieve montañoso que ocupa la faja occidental presenta alturas hasta los 3.800 metros sobre el nivel del mar, compartidas con los vecinos departamentos de Nariño y Cauca.

La topografía del municipio de orito pertenece a la Cuenca del Putumayo, que es una depresión estructural de tipo Pericratónico, y que va de zona plegada y fallada localizada al oeste contra los Andes Colombianos, en los límites con el departamento de Nariño, a las suaves ondulaciones hacia el suroccidente ubicada al este contra el Escudo Guayanés; esta última es la predominante, aunque presenta terrenos planos en su parte sur.

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

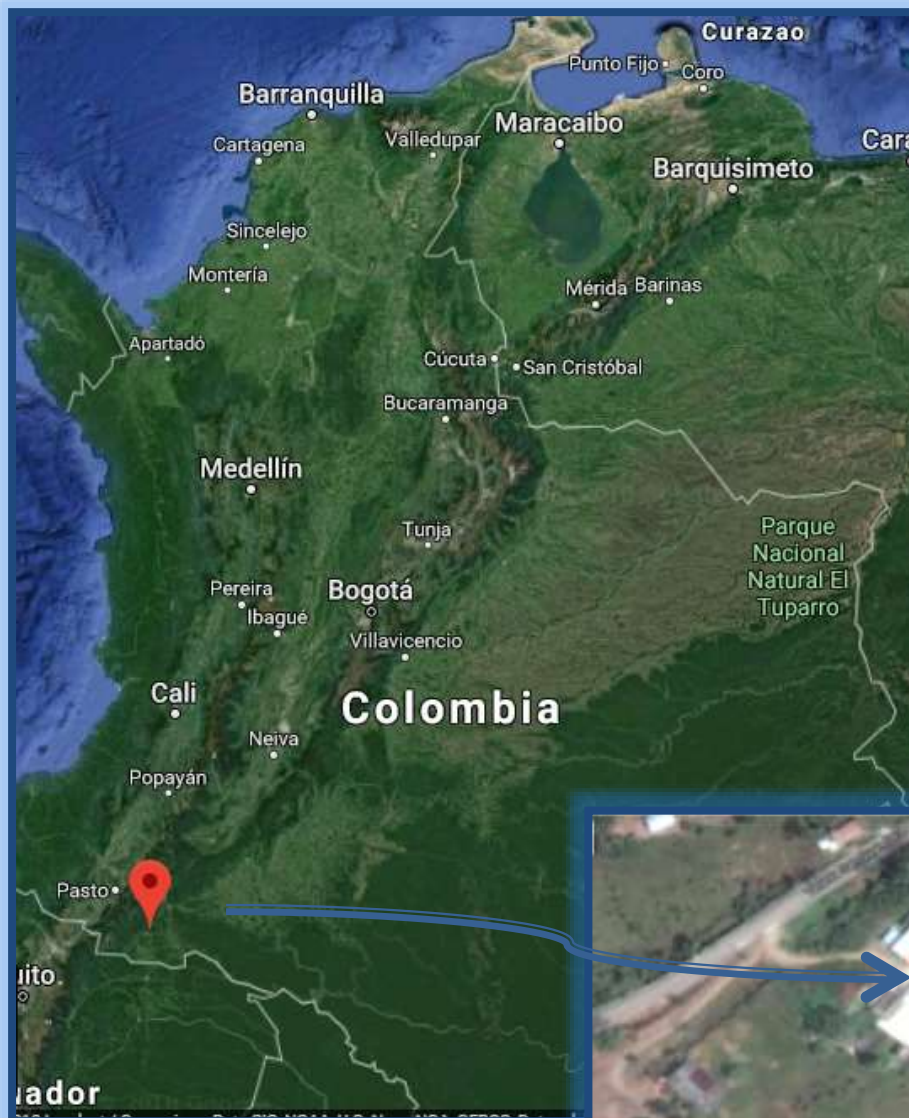


LOCALIZACION ZONAL



ESTACIÓN ORITO

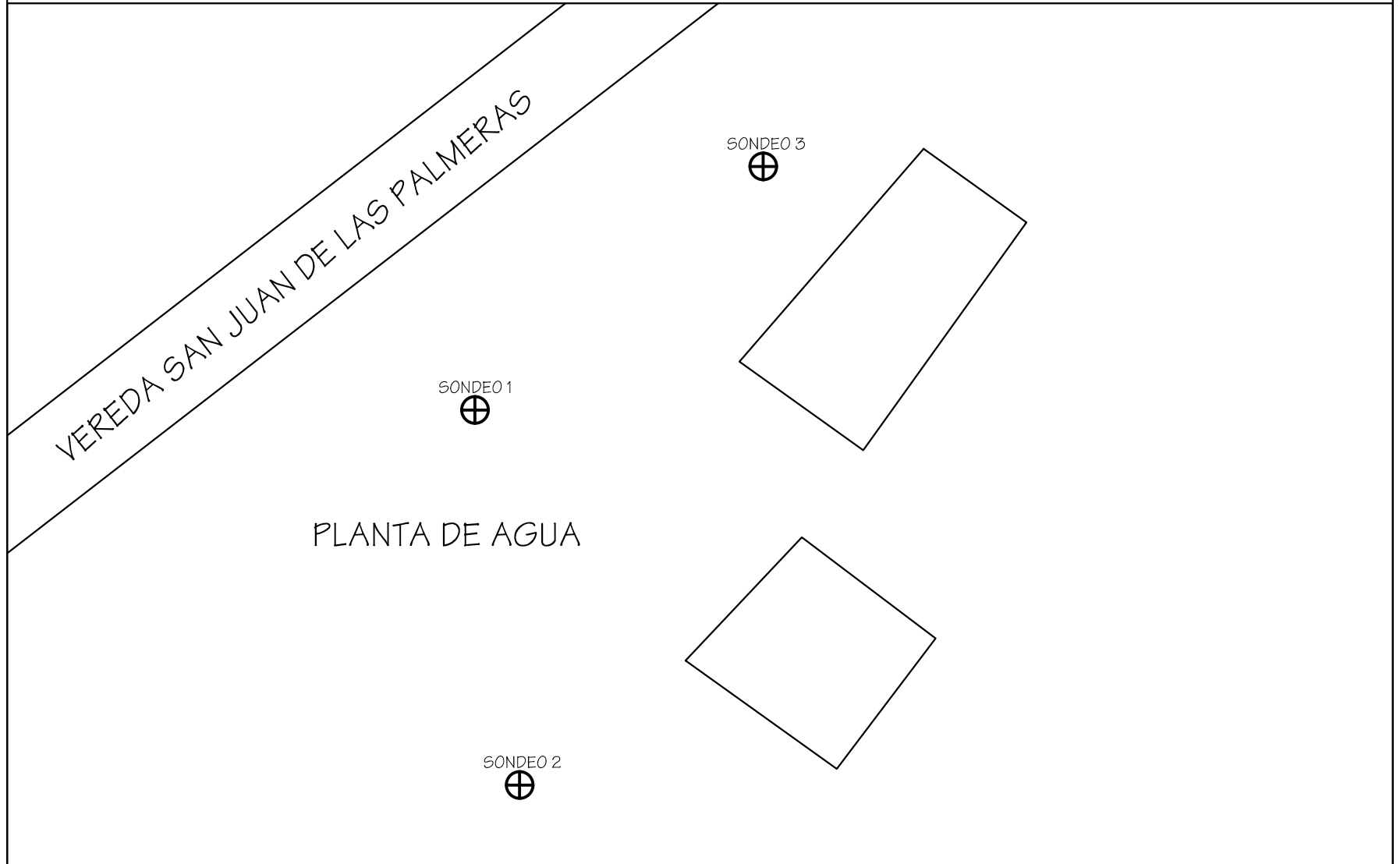
0°39'18.6"N 76°53'52.0"W



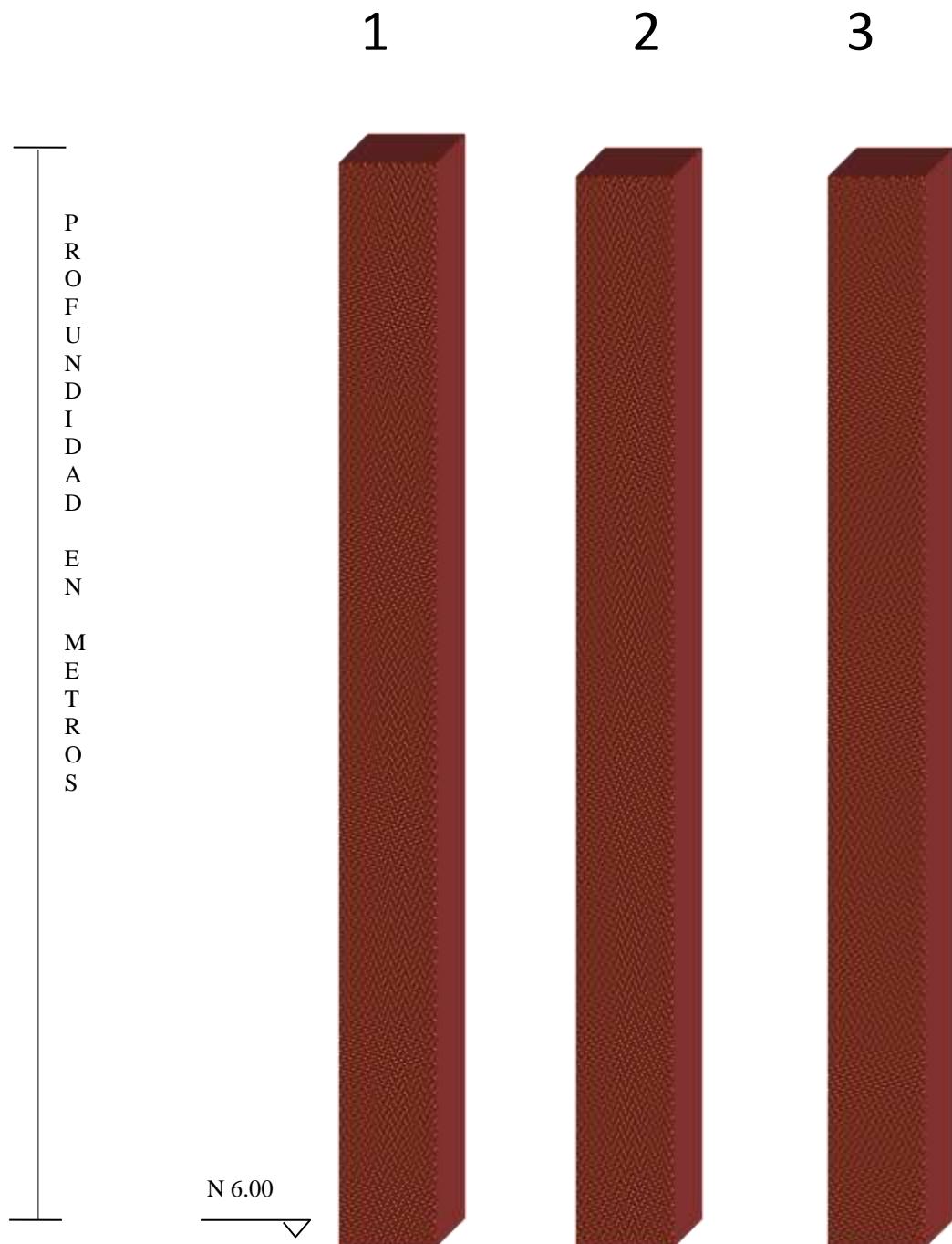
LOCALIZACION GEOREFERENCIADA

LOCALIZACION DE SONDEOS

ESQUEMA DE SONDEOS



PERFIL ESTRATIGRÁFICO



CONVENCIONES



ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS

CLIENTE		PROYECTO		TORRE AMPLIACION TDT										
LOCALIZACION		ORITO, PUTUMAYO		FECHA										
SONDEO 1		0°39'18.6" N, 76° 53'52.0"W		jun-18										
Z	#	Z(m)	DESCRIPCION	MUESTRA	N	RESULTADOS DE ENSAYOS DE CLASIFICACION							PENETROMETRO DE BOLSILLO	
				TIPO		Wn	LL	IP	γ	M.O.	%F	USC	HORIZONTAL	VERTICAL
		0.00-6.00m	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	TS			56.8	32.4	1.64				1.20	1.22
				IS			56.70	32.30	1.63				1.20	1.21
						TS			56.80	32.30	1.64			
				</										

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (1on/m^3)
B	MUESTRA EN BOLSA	M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON	%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	Nº DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL	IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO		

[illegible]

CONVENCIONES			
TS	MUESTRA EN TUBO SHELBY	γ	PESO UNITARIO (10n/m ³)
B	MUESTRA EN BOLSA	M.O.	CONTENIDO DE MATERIA ORGANICA
SS	SPLIT SPOON	%F	PORCENTAJE DE FINOS
N	Nº DE GOLPES DE PENETRACION ESTANDAR	USC	CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS
Wn	HUMEDAD NATURAL	IP	INDICE DE PLASTICIDAD
LL	LIMITE LIQUIDO		

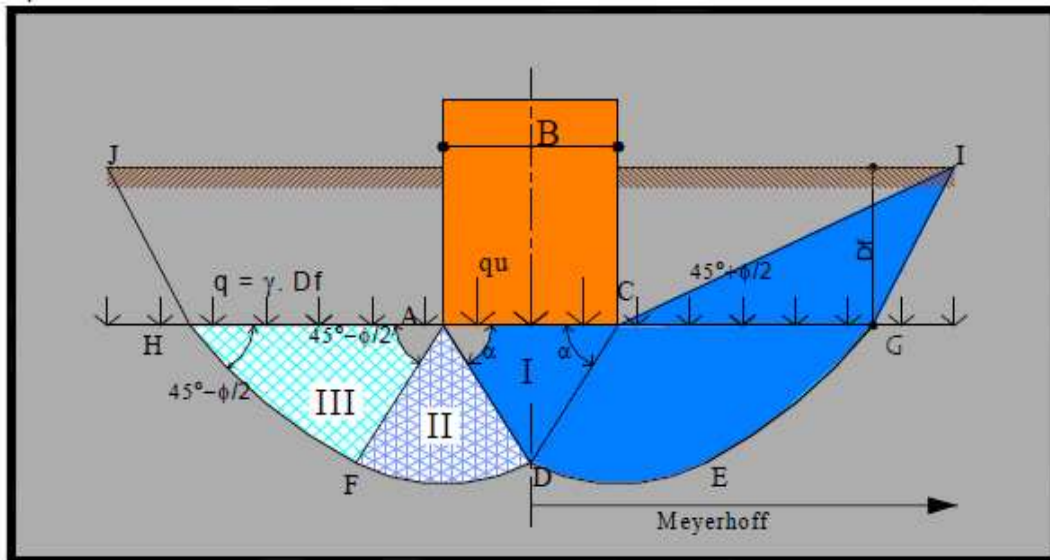
[illegible]

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

MEMORIA DE CALCULOS

CAPACIDAD DE CARGA

La capacidad de carga será según TERZAGHI:



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

q_c : Capacidad de carga

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

C : Cohesión

2

N_c, N_q, N_γ : Factores de

capacidad de carga de

Terzaghi en función de ϕ

ϕ = ángulo de fricción interna

del suelo

$$C = 60.93 \text{ KN/m}^2$$

q_u : Resistencia a la

*compresión inconfiada del
suelo*

q : Sobrecarga

γ_1 : Peso unitario del suelo

de cimentación

B : Base del cimientto

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

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

La sobrecarga será:

$$q = Df * \gamma_2$$

$$q = (1.40 * 12.30) + (0.10 * 13.60)$$

Df : Profundidad de
Cimentación

$$q = 18.58 \text{ KN/m}^2 \quad \gamma_2 : \text{Peso unitario del suelo sobre el cimiento}$$

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

$$q_c = 331.76 \text{ KN / m}^2$$

PRESIÓN ADMISIBLE

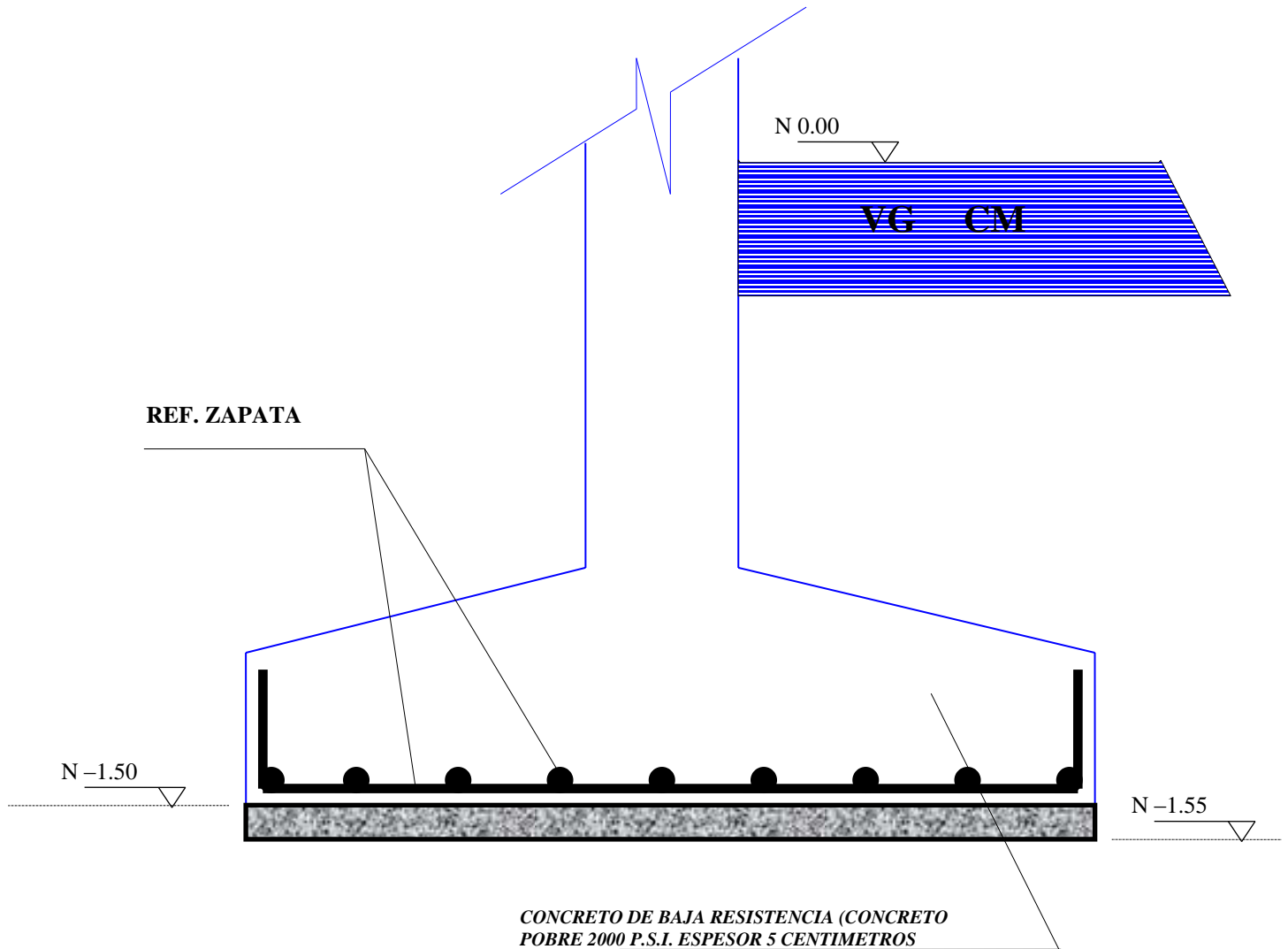
La presión admisible del suelo (q_a), será de:

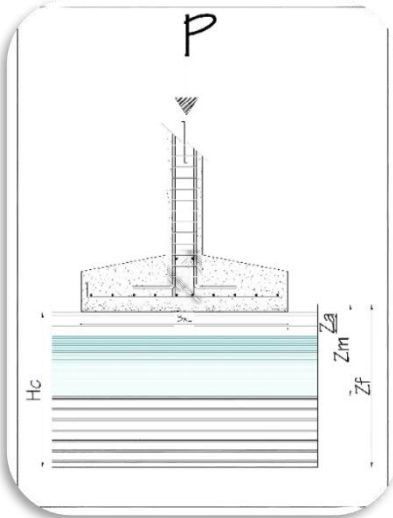
$$q_a = q_c / FS \quad q_a: \text{Capacidad portante admisible}$$

$$q_a = 331.76 / 3 \quad FS: \text{Factor de seguridad} = (3)$$

$$q_a = 110.59 \text{ KN / m}^2 \quad \text{Aproximadamente } 111 \text{ KN / m}^2$$

DETALLE CIMENTACION



CALCULO DE ASENTAMIENTOS PARA ZAPATAS SOBRE ARCILLAS		
TORRE AMPLIACION TDT		ORITO
	DATOS INICIALES PROYECTO	
	q =	1.86 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 =	11.10 ton/m ²
	Δo =	2.78 ton/m ²
	LL =	56.80%
	P =	21.00 ton
CONVENCIONES DE CALCULO INICIAL		
q =	Sobre carga al nivel de cimentacion	
B =	Ancho de la zapata	
Es =	Modulo de Elasticidad del Suelo	
μs =	Relacion de Poisson	
e _o =	Relacion de vacios	
qu =	Capacidad portante	
LL =	Limite Liquido	
Cc =	Indice de Compresion	
Cα =	Coeficiente de Consolidacion	
Δo =	Esfuerzo efectivo a la profundidad de asentamientos	
Δσ =	Incremento promedio de Presion	
P =	Maxima carga sobre columnas	
qf =	Esfuerzo neto aplicado al suelo	

CALCULO DE ASENTAMIENTOS INMEDIATOS				
$H_1 = \frac{B * q}{Es} * (1 - \mu^2) * \frac{\alpha}{2}$		ESQUINA DEL CIMIENTO		
$H_2 = \frac{B * q}{Es} * (1 - \mu^2) * \alpha$		CENTRO DEL CIMIENTO		
$\alpha = \frac{1}{\pi} * \left[Ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) + m * Ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2} + m}{\sqrt{1+m^2} - m} \right) \right]$				
$m = \frac{L}{B}$				
$\alpha =$	1.122	$H_1 =$	0.00130 m	1.30 mm
$m =$	1.000	$H_2 =$	0.00260 m	2.60 mm
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION PRIMARIA				
$H_3 = \frac{Cc * Hc}{1 + eo} * Log \left(\frac{\Delta\sigma + \Delta\sigma}{\Delta\sigma} \right)$		$\Delta\sigma = \frac{\Delta a + \Delta m + \Delta f}{6}$		
Nivel de cimentacion		N - 1.50		
Nivel inicial estrato de asentamiento		N - 1.50		
Nivel final estrato de asentamiento		N - 6.00		
$H_c =$	4.50 m	Altura estrato compresible		
Tabla para el Calculo de $\Delta a, \Delta m, \Delta f$		$q_f =$	2.33 ton/m ²	
Z_i	m_i	n_i	I_c	Δ_i
0.00	1.00	0.00	0.20458	0.477
2.25	1.00	1.60	0.19546	0.456
4.50	1.00	3.00	0.20341	0.475
$m_i = \frac{L}{B}$		$m_i = \frac{Z_i}{B/2}$		VER TABLA ANEXA $\Delta_i = q_f * I_c$
$\Delta\sigma =$	0.23 ton/m ²			
$C_c =$	0.4212			
$H_3 =$	0.03511 m	35.11 mm		
CALCULO DE ASENTAMIENTOS POR CONSOLIDACION SECUNDARIA				
$H_4 = C_{\alpha} * Hc * \log_{10} \left(\frac{t}{t_o} \right)$				
$C_{\alpha} =$	0.002			
$t =$	20.0 Años	Tiempo de consolidacion total proyectada		
$t_o =$	7.0 Años	Tiempo de partida consolidacion secundaria		
$H_4 =$	0.00410 m	4.10 mm		
Asentamientos Totales en el Centro del Cimiento				40.51 mm
Asentamientos Totales en la Esquina del Cimiento				41.81 mm

RESULTADOS DE LABORATORIO

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT

SONDEO : 1

SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W

CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO

DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS

PROFUNDIDAD : 1.10 m - 1.55 m

FECHA jun-18

PESO UNITARIO

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

RESULTADOS

PESO UNITARIO PROMEDIO	1.64 gr / cm ³
------------------------	---------------------------

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT FASE IV
SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS
FECHA jun-18

SONDEO : 1
CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
PROFUNDIDAD : 2.00 m - 2.45 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	92.34	
PESO MUESTRA + PARAFINA	96.43	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.40	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.65	
DENSIDAD (gr / cm ³)	1.63	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT FASE IV
SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS
FECHA jun-18

SONDEO : 1
CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
PROFUNDIDAD : 3.10 m - 3.55 m

PESO UNITARIO

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

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT FASE IV
SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS
FECHA jun-18

SONDEO : 2
CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
PROFUNDIDAD : 3.10 m - 3.55 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.45	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.54	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	52.80	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	55.42	
DENSIDAD (gr / cm ³)	1.65	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT FASE IV
SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS
FECHA jun-18

SONDEO : 2
CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
PROFUNDIDAD : 4.00 m - 4.45 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	92.34	
PESO MUESTRA + PARAFINA	96.43	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	54.40	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.65	
DENSIDAD (gr / cm ³)	1.63	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT FASE IV
SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS
FECHA jun-18

SONDEO : 3
CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
PROFUNDIDAD : 4.10 m - 4.55 m

PESO UNITARIO

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

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

PESO UNITARIO DE SUELOS

OBRA TORRE AMPLIACION TDT FASE IV
SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA VETAS AMARILLAS
FECHA jun-18

SONDEO : 3
CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
PROFUNDIDAD : 5.10 m - 5.55 m

PESO UNITARIO

No. PRUEBA	1	2
PESO MUESTRA EN EL AIRE	91.45	
PESO MUESTRA + PARAFINA	95.54	
PESO PARAFINA (gr.)	4.09	
VOLUMEN DE PARAFINA (cm ³)	5.00	
PESO MUESTRA EN AGUA (gr.)	53.73	
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	56.10	
DENSIDAD (gr / cm ³)	1.63	

RESULTADOS

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

Observaciones:

Realizo: Luis Salazar

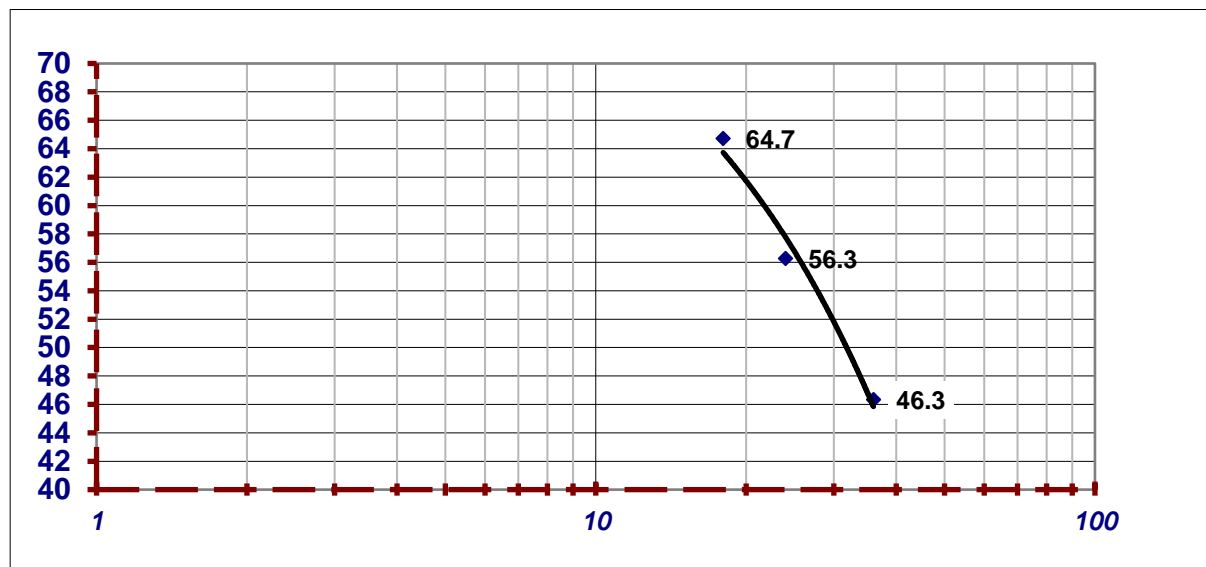
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 1
 SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 1.10 m - 1.55 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.80%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.40%
P1	46.4	49.7	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.40%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.3	56.3	64.7		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.8	25		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



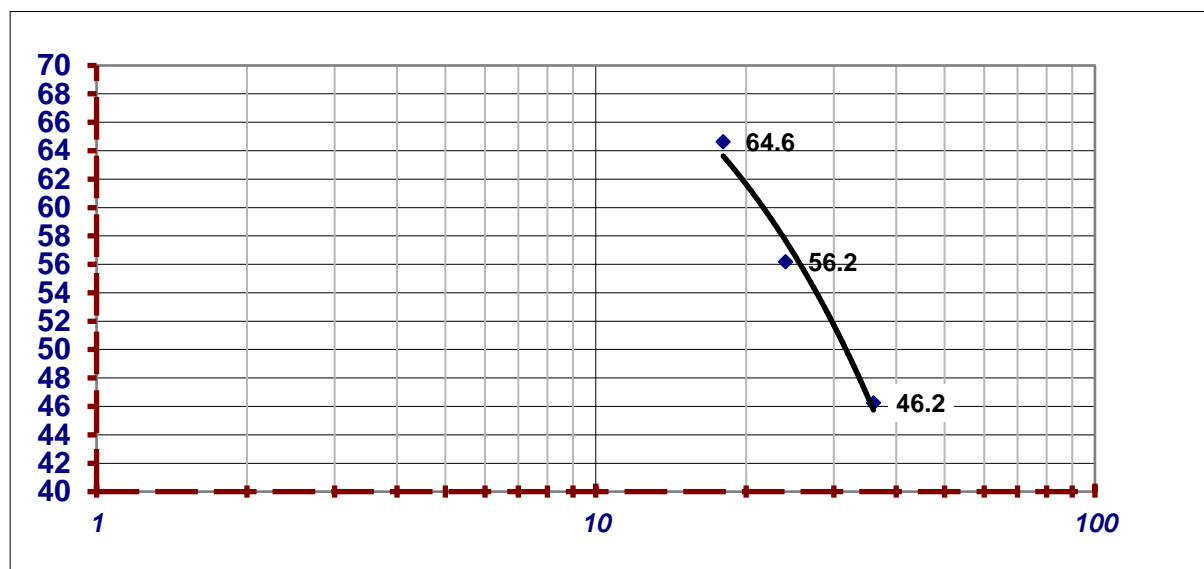
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA	TORRE AMPLIACION TDT	SONDEO :	1
SITIO	ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W	CIUDAD :	ORITO, PUTUMAYO
DESCRIPCION	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	PROFUNDIDAD :	2.00 m - 2.45 m
FECHA	jun-18		

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.70%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.40%
P1	46.4	49.6	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.2	56.2	64.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.8	25		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



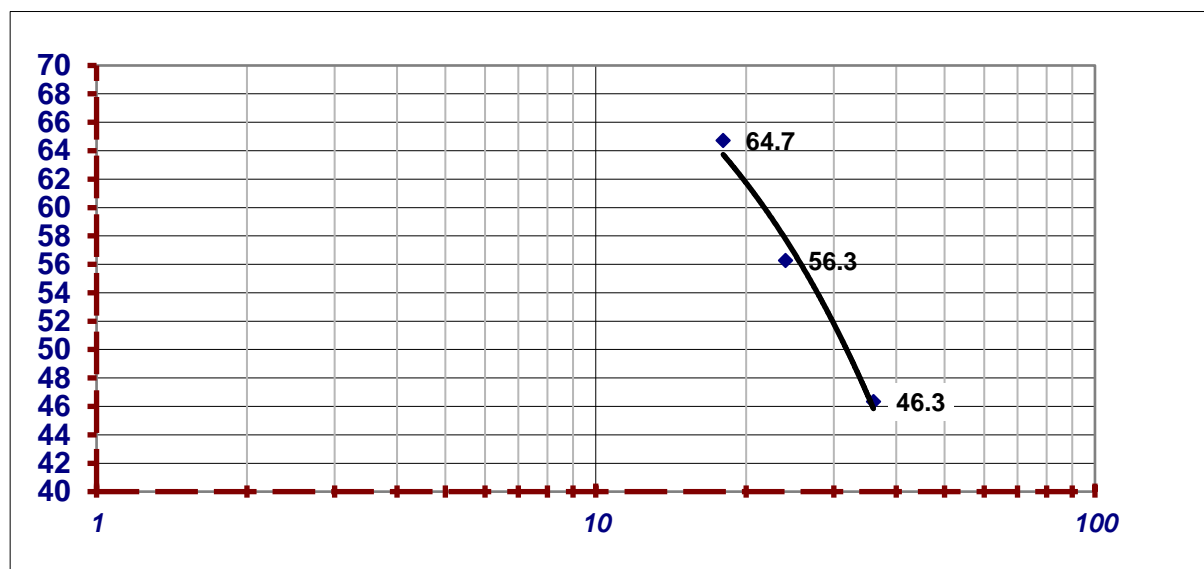
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA	TORRE AMPLIACION TDT	SONDEO :	1
SITIO	ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W	CIUDAD :	ORITO, PUTUMAYO
DESCRIPCION	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	PROFUNDIDAD :	3.10 m - 3.55 m
FECHA	jun-18		

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.80%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.50%
P1	46.4	49.7	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.3	56.3	64.7		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.7	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.9	25.1		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



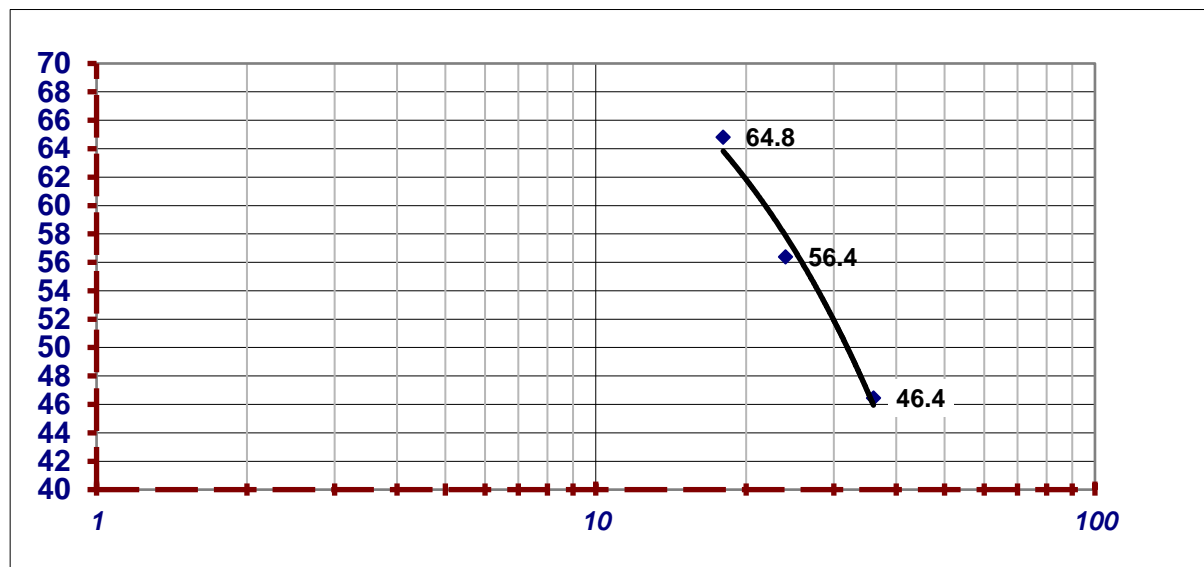
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA TORRE AMPLIACION TDT SONDEO : 2
 SITIO ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W CIUDAD : ORITO, PUTUMAYO
 DESCRIPCION ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS PROFUNDIDAD : 3.10 m - 3.55 m
 FECHA jun-18

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.90%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.40%
P1	46.5	49.7	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.50%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.4	56.4	64.8		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.8	25		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



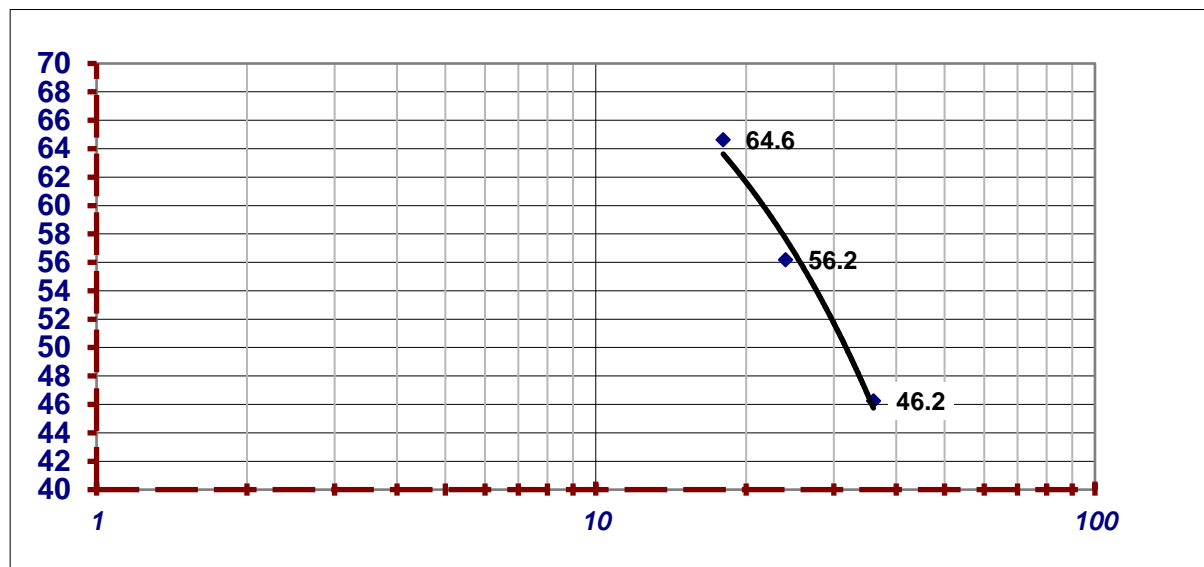
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA	TORRE AMPLIACION TDT	SONDEO :	2
SITIO	ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W	CIUDAD :	ORITO, PUTUMAYO
DESCRIPCION	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	PROFUNDIDAD :	4.00 m - 4.45 m
FECHA	jun-18		

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.70%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.40%
P1	46.4	49.6	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.2	56.2	64.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.8	25		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



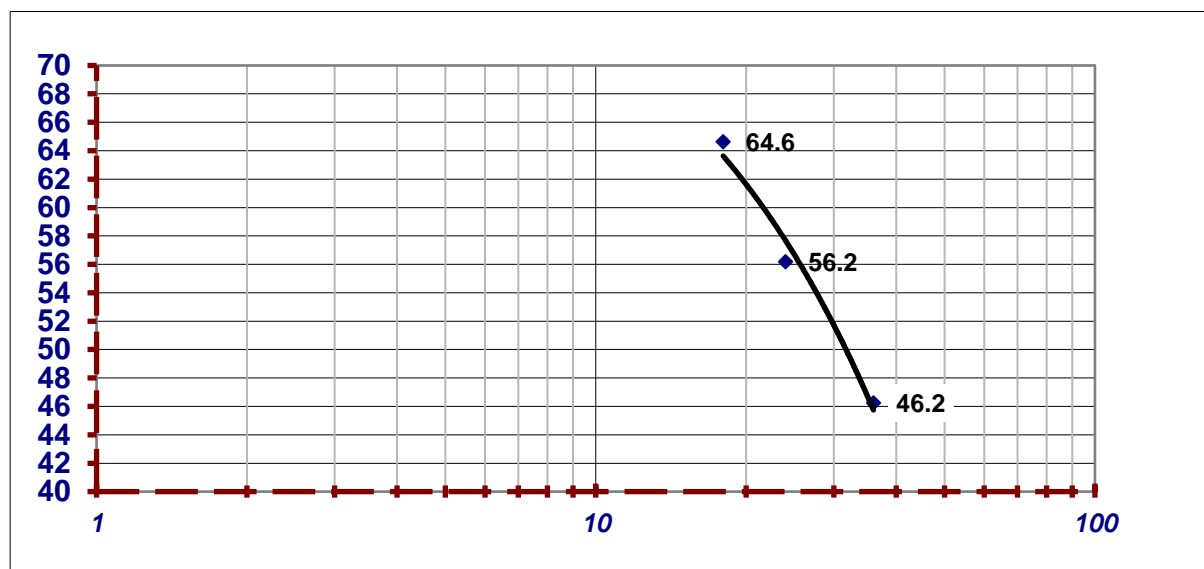
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA	TORRE AMPLIACION TDT	SONDEO :	3
SITIO	ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W	CIUDAD :	ORITO, PUTUMAYO
DESCRIPCION	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	PROFUNDIDAD :	4.10 m - 4.55 m
FECHA	jun-18		

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.70%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.40%
P1	46.4	49.6	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.30%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.2	56.2	64.6		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.6	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.8	25		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



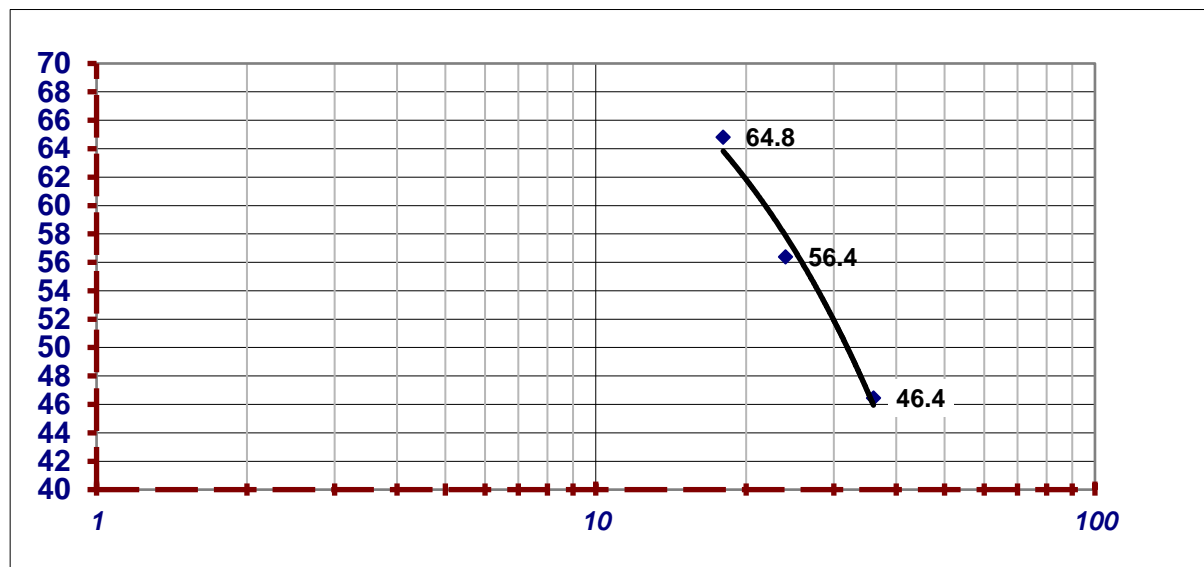
LIMITES DE CONSISTENCIA

OBRA	TORRE AMPLIACION TDT	SONDEO :	3
SITIO	ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W	CIUDAD :	ORITO, PUTUMAYO
DESCRIPCION	ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS	PROFUNDIDAD :	5.10 m - 5.55 m
FECHA	jun-18		

LIMITE LIQUIDO					RESULTADOS
Numero de golpes	36	24	18		LIMITE LIQUIDO = 56.90%
Vidrio No.	25	38	14		LIMITE PLASTICO = 24.50%
P1	46.5	49.7	49.7		INDICE DE PLASTICIDAD= 32.40%
P2	35.4	36.5	34.7		
P3	11.6	13.1	11.5		
% Humedad	46.4	56.4	64.8		

LIMITE PLASTICO				
Vidrio No.	31	13		
P1	44.7	48.5		
P2	38.5	41.8		
P3	12.7	15.2		
% Humedad	23.9	25.1		

LABORATORISTA: LUIS SALAZAR



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

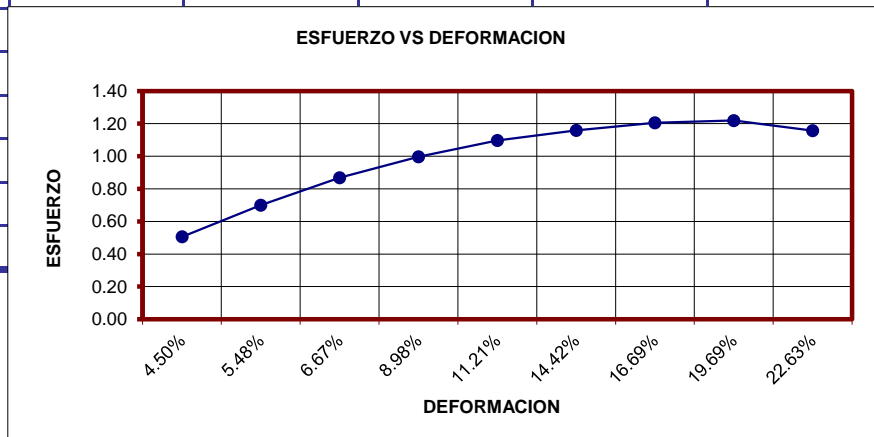
MUESTRAS TOMADAS EN : *ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W*
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS
 PROFUNDIDAD: 2.00 m - 2.45 m

ALTURA INICIAL H: 10.60 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.11 cm³
 PESO INICIAL Po: 366.94 g
 PESO SECO Pf: 229.07 g
 HUMEDAD W: 60.19%

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

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	4.50%	14	11.242	0.9550	22.239	0.51
86	5.48%	24	15.744	0.9452	22.469	0.70
106	6.67%	32	19.746	0.9333	22.756	0.87
146	8.98%	40	23.248	0.9102	23.333	1.00
186	11.21%	48	26.251	0.8879	23.919	1.10
226	14.42%	56	28.753	0.8558	24.816	1.16
266	16.69%	60	30.755	0.8331	25.493	1.21
326	19.69%	62	32.257	0.8031	26.445	1.22
386	22.63%	61	31.757	0.7737	27.450	1.16



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

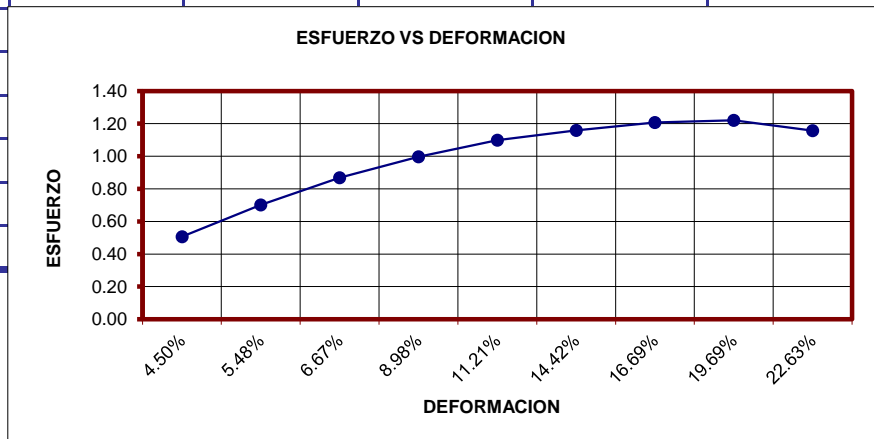
MUESTRAS TOMADAS EN : *ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W*
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 1
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS
 PROFUNDIDAD: 3.10 m - 3.55 m

ALTURA INICIAL H: 10.60 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.11 cm³
 PESO INICIAL Po: 369.19 g
 PESO SECO Pf: 230.25 g
 HUMEDAD W: 60.34%

LIMITE LIQUIDO W_L:
 LIMITE PLASTICO W_p:
 PASO MALLA No: 200 %:
 PESO UNITARIO G_v: 1.64 g/cm³
 RELACION DE VACIOS e:
 GRADO DE SATURACION S:

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	4.50%	14	11.270	0.9550	22.239	0.51
86	5.48%	24	15.772	0.9452	22.469	0.70
106	6.67%	32	19.774	0.9333	22.756	0.87
146	8.98%	40	23.276	0.9102	23.333	1.00
186	11.21%	48	26.279	0.8879	23.919	1.10
226	14.42%	56	28.781	0.8558	24.816	1.16
266	16.69%	60	30.783	0.8331	25.493	1.21
326	19.69%	62	32.285	0.8031	26.445	1.22
386	22.63%	61	31.785	0.7737	27.450	1.16



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

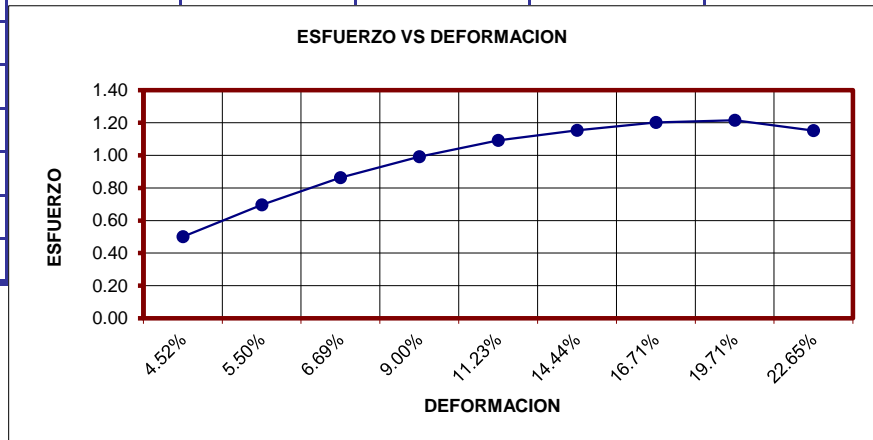
MUESTRAS TOMADAS EN : ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 2
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS
 PROFUNDIDAD: 4.00 m - 4.45 m

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

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

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	4.52%	14	11.132	0.9548	22.243	0.50
86	5.50%	24	15.634	0.9450	22.474	0.70
106	6.69%	32	19.636	0.9331	22.761	0.86
146	9.00%	40	23.138	0.9100	23.338	0.99
186	11.23%	48	26.141	0.8877	23.925	1.09
226	14.44%	56	28.643	0.8556	24.822	1.15
266	16.71%	60	30.645	0.8329	25.499	1.20
326	19.71%	62	32.147	0.8029	26.452	1.22
386	22.65%	61	31.647	0.7735	27.457	1.15



ENSAYOS DE COMPRESION INCONFINADA

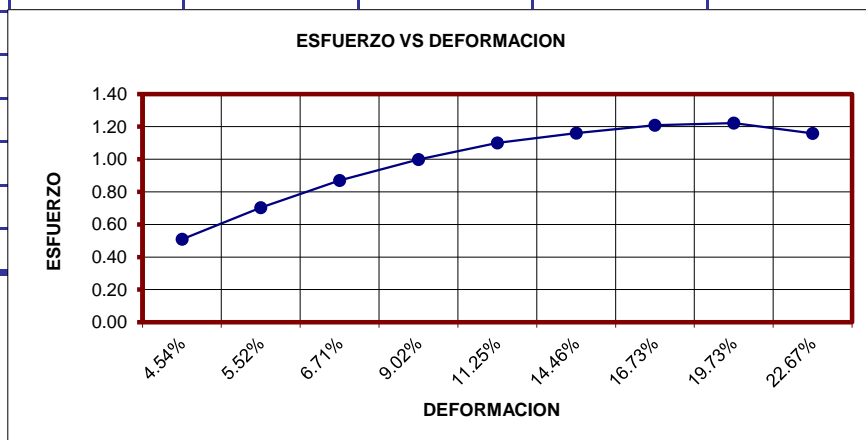
MUESTRAS TOMADAS EN : *ORITO, 0°39'18.6" N, 76° 53'52.0" W*
 CORRESPONDEN A : SONDEO No. 3
 DESCRIPCION: ARCILLA ROJIZA CON VETAS AMARILLAS
 PROFUNDIDAD: 5.10 m - 5.55 m

ALTURA INICIAL H: 10.64 cm
 DIAMETRO INICIAL: 5.20 cm
 AREA INICIAL: 21.24 cm²
 VOLUMEN INICIAL: 225.96 cm³
 PESO INICIAL Po: 368.32 g
 PESO SECO Pf: 229.07 g
 HUMEDAD W: 60.79%

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

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

INDICE DE DEFORM. ,001"	% DEFOR	IND. DE CARGA ,0001"	CARGA AX. Kg	1-% DE DEFORM	AREA CORREGIDA cm ²	ESFUERZO CORREGIDO kg/cm ²
66	4.54%	14	11.319	0.9546	22.248	0.51
86	5.52%	24	15.821	0.9448	22.479	0.70
106	6.71%	32	19.823	0.9329	22.765	0.87
146	9.02%	40	23.325	0.9098	23.343	1.00
186	11.25%	48	26.328	0.8875	23.930	1.10
226	14.46%	56	28.830	0.8554	24.827	1.16
266	16.73%	60	30.832	0.8327	25.505	1.21
326	19.73%	62	32.334	0.8027	26.458	1.22
386	22.67%	61	31.834	0.7733	27.464	1.16



INFORME FOTOGRAFICO

SONDEOS







