

***Anexo 10 – INFORME GEOTÉCNICO***

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovacion	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## INFORME GEOTECNICO

### “INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN- PARQUEADERO BOLIVAR CENTRO DE VILLAVICENCIO - META”



Presentado a: **UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE VILLAVICENCIO**  
**VILLAVICENCIO, 22 DE JULIO 2021**

Presentado por: **INCONTECH S.A.S.**

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	<b>SIG-OPS-F072</b>	
	<b>INCONTECH SAS</b>	<b>FECHA</b>	<b>20/02/2020</b>
	NIT 901376424-1		

### TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
2.	OBJETIVOS.....	5
3.	DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	6
3.1	LOCALIZACION DEL PROYECTO .....	6
4.	ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO. ....	8
4.1	GEOLOGÍA.....	8
4.2	ESTRATIGRAFÍA .....	9
4.2.1	Cordillera oriental.....	9
4.2.2	Piedemonte Llanero .....	10
4.2.3	Planicie Oriental.....	11
4.3	GEOLOGÍA ESTRUCTURAL - TECTÓNICA.....	12
4.4	GEOMORFOLOGIA.....	12
5.	EXPLORACION GEOTECNICA DEL SUBSUELO .....	13
5.2	TRABAJOS EN CAMPO .....	13
5.3	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	14
5.4	ESTRATIGRAFÍA Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO.....	15
5.4.1	NIVEL FREATICO .....	15
5.4.2	PERFILES ESTRATIGRAFICOS.....	16
6.	CLASIFICACION DEL SUELO.....	17
6.1	Corrección de ensayo de penetración estándar. ....	17
7.	CARACTERISTICAS SISMICAS DEL SECTOR.....	19
7.1	Definición de zona de amenaza sísmica valor de Aa y Av .....	19
7.2	Efectos locales y perfil del suelo .....	20
7.2.1	Clasificación de los perfiles del suelo.....	20
7.2.2	Valores del coeficiente Fa periodos cortos.....	21
7.2.3	Valores del coeficiente Fv periodos intermedios .....	22
8.	PARAMETROS GEOMECANICOS.....	23
8.1	PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS EN LA CARACTERIZACION DEL SUBSUELO.....	23
8.2	ANGULO DE FRICCION INTERNA .....	23
8.3	CONSISTENCIA DEL SUELO.....	24
8.4	COMPRESIBILIDAD DEL SUELO.....	25
9.	ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES.....	25

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

9.1	Consideraciones Generales.....	25
9.2	Análisis de la Capacidad Portante.....	27
9.3	Análisis de Asentamientos.....	30
9.4	Factores de seguridad directos según NSR-10 H-2-4-3.....	32
10.	ANALISIS DE LICUACION DE LOS SUELOS.....	32
11.	CONCLUSIONES.....	36
12.	ACLARACIONES.....	37
	ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRAFICO.....	38
	ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO SONDEO 1.....	41



*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		
	NIT 901376424-1	FECHA	20/02/2020

### Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Localización general del proyecto.....	6
Ilustración 2 Localización del sondeo realizado.....	7
Ilustración 3 Localización del sondeo realizado parqueadero AG.....	7
Ilustración 7 Mapa geológico del departamento del meta. Fuente INGEOMINAS.....	8
Ilustración 8 Perfil estratigráfico sondeo 1.....	16
Ilustración 11 Zona de amenaza sísmica. Fuente NSR-10.....	20

### Lista de tablas

Tabla 1 Coordenadas del sondeo realizado.....	7
Tabla 2 Eficiencia del Martillo.....	17
Tabla 3 Variación de $\eta_B$ .....	17
Tabla 4 Variación de $\eta_S$ .....	18
Tabla 5 Variación de $\eta_R$ .....	18
Tabla 6 Factores de corrección.....	18
Tabla 7 Clasificación N sondeo 1.....	18
Tabla 10 Definición zona sísmica.....	19
Tabla 12 Valores del coeficiente $F_a$ periodos cortos.....	21
Tabla 13 Valores del coeficiente $F_v$ periodos intermedios.....	22
Tabla 14 Características de los suelos del sitio.....	23
Tabla 15 Consistencia relativa.....	24
Tabla 16 Valores de N obtenidos en los sondeos.....	26
Tabla 17 Capacidad portante sondeo 1.....	29
Tabla 21 Asentamientos sondeo N° 1.....	31
Tabla 24 Factores de seguridad mínimos directos.....	32
Tabla 25 Componente por observación histórica.....	33
Tabla 26 Componente por sismicidad histórica.....	33
Tabla 27 Componente por calidad de la clasificación geológica.....	33
Tabla 28 Componente por composición del suelo.....	34

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene los aspectos técnicos resultantes de la exploración de campo, ensayos y pruebas de laboratorio, consulta de la norma y demás aspectos concernientes y relativos a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo para el PROYECTO FODEIN- PARQUEADERO BOLIVAR CENTRO DE VILLAVICENCIO - META.

Los diferentes estudios realizados y presentados en el documento se realizaron con el fin de determinar el suelo que se encontraba en el sitio, y poder dar una estimación del perfil estratigráfico, las características de los materiales existentes a través de la clasificación realizada en el laboratorio que permitan determinar la capacidad portante del suelo. El informe comprende una descripción de la metodología en donde aparece la recopilación de información existente, localización del proyecto, los trabajos realizados en campo y laboratorio junto con los resultados.

## 2. OBJETIVOS

- Determinación de las características básicas regionales y locales, como son: geología, y geotecnia. Esto se desarrolló a partir de la revisión bibliográfica y cartográfica de la zona.
- Reconocimiento geo mecánico del sector bajo estudio mediante el programa de investigación del subsuelo con Un (1) Sondeo exploratorio, tomando muestras representativas de los estratos encontrados y la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes
- Realizar los ensayos de laboratorio de las muestras alteradas o inalteradas de los suelos encontrados a través de recuperación de muestras con el fin de determinar los límites de consistencia, humedad, peso unitario y granulometría.

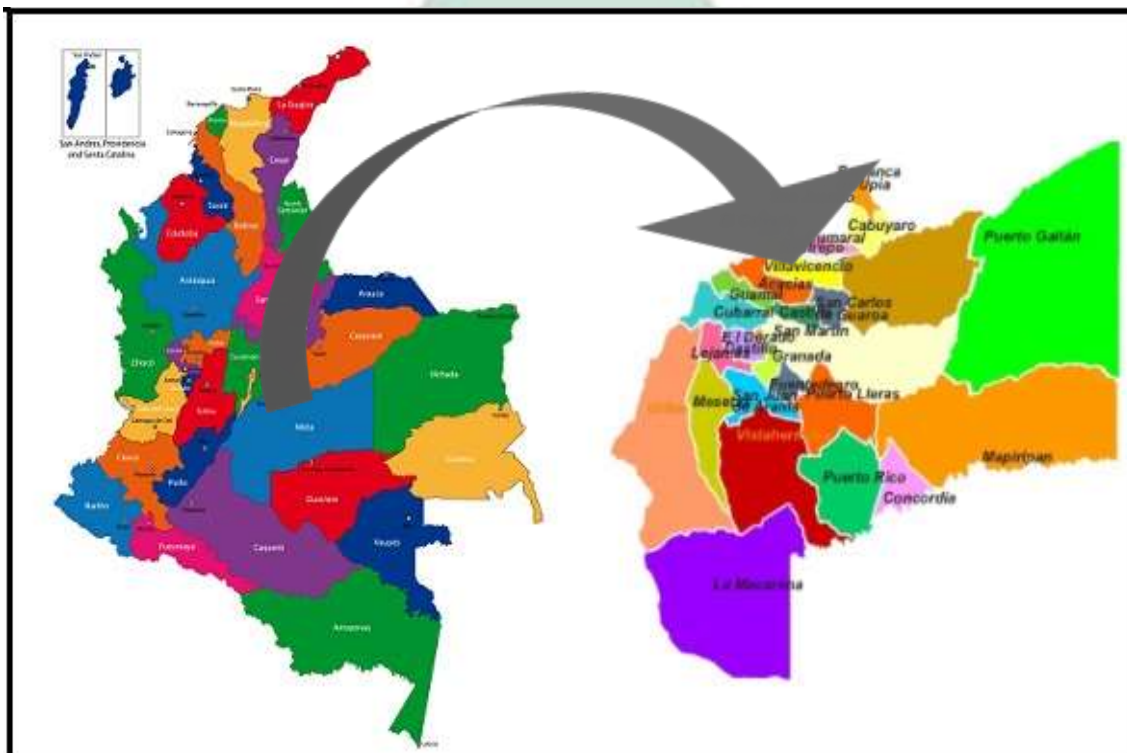
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

### 3. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

Se realizó el día 10 de Julio un sondeo manual a 2.5 metros de profundidad en el parqueadero Bolívar de la ciudad de Villavicencio con el fin de determinar el tipo de suelo que se encontraba en la zona.

#### 3.1 LOCALIZACION DEL PROYECTO

La localización general del proyecto es en la ciudad de Villavicencio Meta que se encuentra en el piedemonte de la cordillera oriental al noroccidente del departamento del Meta, en el territorio municipal se distinguen dos regiones: una montañosa, ubicada al occidente y nororiente del municipio, conformada por el costado de la cordillera oriental; la otra región una planicie ligeramente inclinada hacia el oriente y nororiente, correspondiente al pie de monte. Bordeada al norte por el río Guatiquía, al sur por el río Guayuriba; por la parte central de esta planicie cruzan los ríos Ocoa y Negro, numerosos caños y corrientes menores.




*Ilustración 1 Localización general del proyecto*

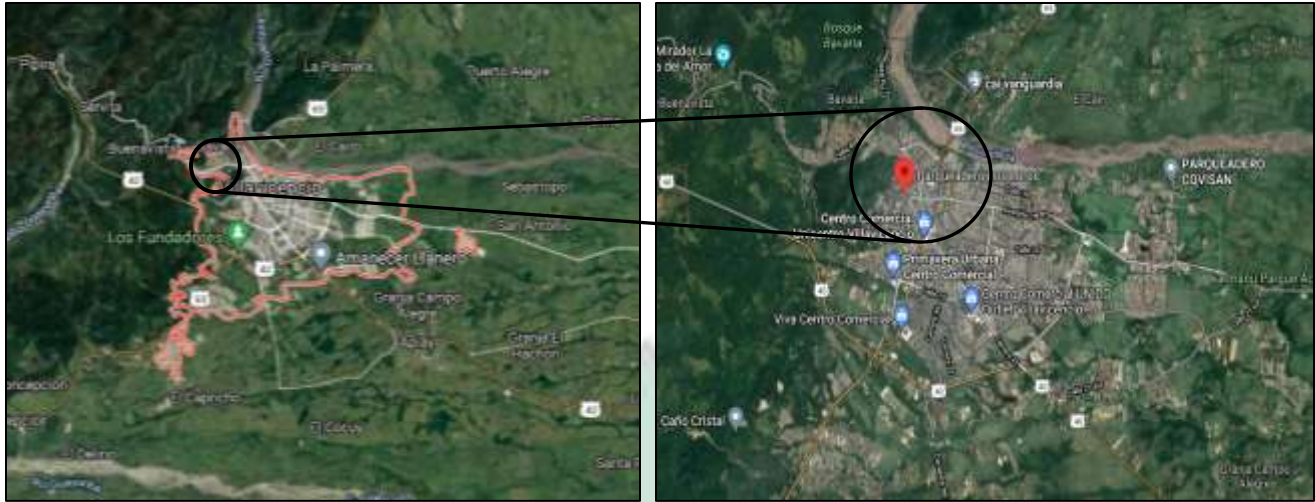
*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			



*Ilustración 2 Localización del sondeo realizado*

*Tabla 1 Coordenadas del sondeo realizado*

Nº SONDEOS	COORDENADAS
SONDEO 1	N: -73,638192° E: 4,150759°



*Ilustración 3 Localización del sondeo realizado parqueadero Bolívar*

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [incontechsas@gmail.com](mailto:incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

#### 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

##### 4.1 GEOLOGÍA

La geología actual del Departamento del Meta muestra la influencia de dos grandes estructuras: al oriente la Cordillera Oriental junto con la Sierra de La Macarena y al occidente el Macizo de la Guayana, también denominado Basamento Guayanés, el cual se infiere en profundidad pues no aflora en el área del departamento. La cordillera oriental una vez erigida como orógeno emergido, comienza a ser modelada por los agentes climatológicos. Los últimos levantamientos del Neógeno y del Pleistoceno, apoyados por la sucesión de las diferentes épocas glaciares del Cuaternario Reciente, produjeron grandes cauces por los que se transportaron enormes cantidades de sedimentos que se acumularon en la parte baja y plana de los Llanos orientales dando origen a la topografía actual del departamento.

El Escudo Guayanés de edad Precámbrica, a más de que colaboró en la formación de la estructura andina, sirvió de base para soportar la acumulación de esta gran cantidad de sedimentos, los cuales rellenaron sus principales depresiones dando origen al paisaje llano actual.

En las estribaciones de la cordillera y de la serranía de La Macarena, los materiales se depositaron de tal manera que semejan grandes y extendidos abanicos recostados en la cordillera, terminados a trechos largos en una serie de colinas de no más de 50 metros de altura que es a lo que hoy se denomina como piedemonte y altillanura respectivamente.

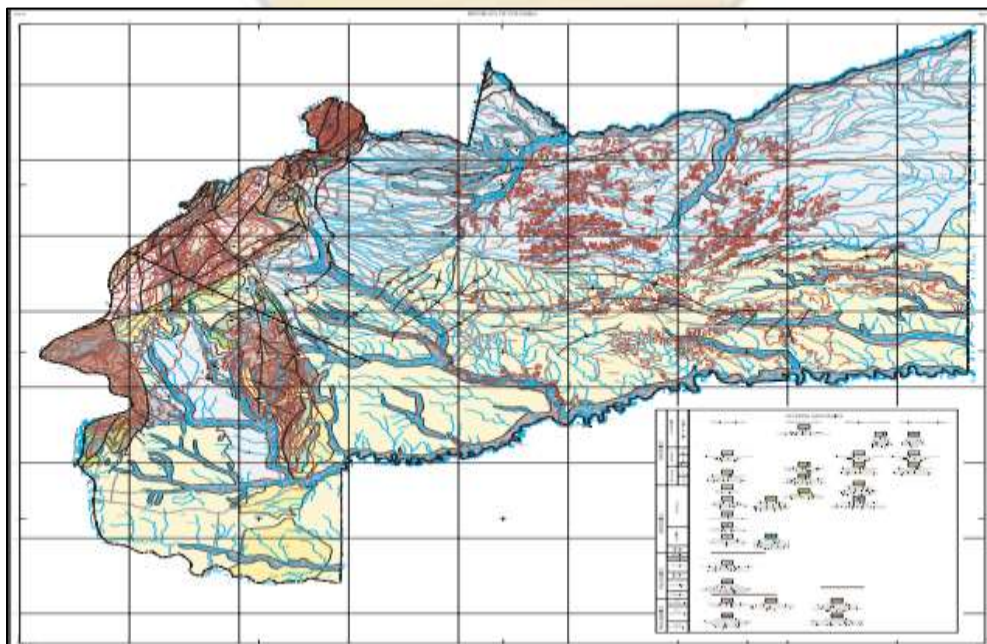


Ilustración 4 Mapa geológico del departamento del meta. Fuente INGEOMINAS

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## 4.2 ESTRATIGRAFÍA

En el Departamento del Meta afloran rocas metamórficas de edad Precámbrico y Paleozoico, superpuestas por secuencias de sedimentitas con edades del Devónico, Jurásico, Cretácico, Paleógeno y Neógeno, cubiertas en grandes trechos por sedimentos inconsolidados del Cuaternario o Reciente.

La estratigrafía se presenta de acuerdo con la división de las áreas fisiográficas que se han mencionado anteriormente, a saber: Cordillera Oriental, Piedemonte Llanero, Planicie Oriental.

### 4.2.1 Cordillera oriental

Las rocas más antiguas que afloran en la Cordillera Oriental en el área del departamento del Meta, están localizadas en los macizos de Garzón y Quetame y en el núcleo de la Serranía de La Macarena, el primero en el extremo sur occidente del departamento, el segundo en el centro oriente: alrededores del municipio de Guayabetal y al oeste del municipio de Medina en Cundinamarca.

#### 4.2.1.1 Grupo Garzón (p<sub>gg</sub>)

El Macizo de Garzón es un bloque antiguo constituido por materiales de edad Precámbrica, que se encuentra en la parte sur de la cordillera oriental y cuyas estribaciones afloran en la parte suroccidental del Departamento del Meta. Está conformado por rocas metamórficas de alto grado de metamorfismo intruidas por algunos diques y venas de pegmatitas y andesitas cuarzo feldespáticas, parte de las cuales conforman el denominado Grupo Garzón.

#### 4.2.1.2 Grupo Quetame (p<sub>q</sub>)

Consiste este grupo en un paquete de cuarcitas hacia la base, las cuales se intercalan con metaconglomerados y filitas. Le suprayacen filitas verdes y violáceas y metarenitas feldespáticas. El espesor del grupo puede superar los 8.000 m. Sin embargo, debido a la complejidad tectónica y a la ausencia de una exposición completa de la sucesión, los espesores han sido referenciados como aproximados. Dentro del Grupo Quetame, considerado como de bajo metamorfismo a partir de una secuencia sedimentaria en la cual no se han podido establecer las relaciones estratigráficas del protolito, se han incluido los siguientes conjuntos litológicos: Cuarcitas y Filitas de San Cristobal Filitas y Metalimolitas del Río Guamal Filitas y Cuarcitas de Guayabetal Metaconglomerados y Filitas de Susumuco.

#### 4.2.1.3 Grupo Farallones (p<sub>Df</sub>)

Las facies y espesores del grupo son variables. En la sección del río Batá afloran 2.500 m aproximadamente, de arenitas cuarzosas de grano fino a muy grueso, lutitas grises y violáceas con algunos niveles fosilíferos. Hacia el techo existen algunas intercalaciones de capas de calizas.

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [incontechsas@gmail.com](mailto:incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

El Grupo Farallones suprayace inconformemente la secuencia del Grupo Quetame. La fauna encontrada en los niveles de lutitas fosilíferas indica que esta unidad litoestratigráfica tuvo su origen durante el Devónico-Carbonífero.

#### **4.2.1.4 Brechas de Buenavista (Jsb)**

El nombre de esta unidad litoestratigráfica informal, fue propuesto igualmente por Renzoni (1968), para designar una secuencia de brechas y conglomerados, resultado de avalanchas de detritos y lodo depositadas en un ambiente transicional o continental cercano al mar o marino somero, que no presentan una extensión lateral importante (se ha seguido de manera discontinua, por aproximadamente 20 km según Pulido et al (1998); por lo que no son discriminadas en la cartografía departamental de escala 1:500.000. Esta unidad corresponde con el informalmente denominado por Segovia (1965) en Renzoni 1968) Grupo Ardita.

#### **4.2.1.5 Grupo Cáqueza (Kic)**

El Grupo Cáqueza está conformado en su base por una secuencia de conglomerados de cantos heterométricos y polimícticos, compuestos de sedimentitas, esquistos, pizarras y cuarzo, en matriz arenosa con cemento silíceo o calcáreo. Son muy frecuentes las intercalaciones de capas de calizas oscuras y lutitas negras en esta sucesión. Este conjunto inferior ha sido denominado como calizas del Guavio en la región del Guavio y como conjunto Kcga o Kc en el área inferior de Cáqueza (Renzoni, 1968). Su contacto inferior es claramente discordante sobre las rocas paleozóicas del Grupo Quetame.

#### **4.2.2 Piedemonte Llanero**

En la unidad fisiográfica conocida como Piedemonte Llanero sobresale una secuencia de sedimentitas de grano grueso a conglomerático interestratificadas con arcillas esquistosas grises y verdes, areniscas de grano medio a fino y mantos de carbón, que se pueden incluir dentro de las formaciones Palmichal, Arcillas del Limbo, Areniscas del Limbo y La Corneta. En general, ellas originan una morfología de pequeñas elevaciones que sobresalen del resto de terrazas que conforman la llanura y se diferencian de los abanicos, las terrazas aluviales y los aluviones recientes. Parecen corresponder a una edad del Terciario: Paleógeno y Neógeno, e incluso una de estas unidades de sedimentitas (Formación La Corneta), alcanza una edad del Cuaternario: Pleistoceno.

##### **4.2.2.1 Formación Palmichal (Ksp)**

Consta de una serie de capas de 3 a 8 m de espesor, de areniscas cuarzosas de grano medio a conglomerático, de color blanco amarillento, friables, intercaladas con mayor frecuencia hacia la parte superior, con capas delgadas (3 a 5 m de espesor), de arcillolitas grises oscuras. Con estas características composicionales y texturales los autores consideran que su deposición ocurrió en un ambiente marino cercano a la playa, de poca profundidad. Con base en diversos perfiles geológicos, su espesor se ha estimado en 600 m.

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

#### **4.2.2 Formación Arcillas del Limbo (Pgal)**

. La Formación Arcillas del Limbo suprayace de manera concordante a la Formación Palmichal e infrayace discordantemente a la Formación Areniscas del Limbo. Sus características composicionales y texturales sugieren un ambiente pantanoso o lagunar marino durante su formación

#### **4.2.3 Planicie Oriental**

La región fisiográfica conocida como planicie oriental o Llanos Orientales, ocupa la mayor extensión del Departamento del Meta. Corresponde a la zona plana donde se han venido acumulando los productos de los procesos denudativos que, de manera incesante, han actuado sobre la cordillera oriental desde su emergencia como cadena montañosa u orógeno, hasta modelar su actual morfología y relieve. Los productos de estos procesos denudativos (meteorización y erosión), se manifiestan como grandes depósitos, de edad Cuaternaria, que cubren extensas zonas del departamento y enmascaran la estratigrafía del subsuelo.

##### **4.2.3.1 Depósitos Cuaternarios (Qal, Qd)**

Como se indicó en el numeral correspondiente a la geomorfología, Goosen (1964) determinó tres tipos de depósitos pobremente consolidados, correspondientes a abanicos aluviales subrecientes, terrazas aluviales en varios niveles y aluviones recientes.

**-Depósitos aluviales (Qal)** Durante el período Cuaternario-Reciente, los cauces de la mayoría de corrientes actuales han depositado espesos coluviones, al pasar de la zona montañosa a la parte plana tanto en las llanuras aluviales o de inundación, como en los abanicos de las desembocaduras. Los mejores depósitos aluviales recientes están restringidos a los cauces de los ríos mayores tales como Guatiquía, Guayuriba, Acacias y Guamal.

**-Depósitos de Ladera (Qd).** Por acción de la gravedad y dadas las condiciones de topografía, morfología y denudación, ocurre con mucha frecuencia la caída y arrastre de bloques y masas de materiales hacia el piedemonte, los cuales en general se conocen como depósitos de ladera y están conformados por bloques angulares de gran tamaño mezclados desordenadamente con fragmentos de menor tamaño hasta finos, sin ninguna cohesión o cementación entre ellos, lo que genera una alta amenaza de deslizamiento.

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

### 4.3 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL - TECTÓNICA

El Departamento del Meta participa de la tectónica regional del cinturón plegado u orógeno que conforma la cordillera oriental, en donde fuerzas de tipo compresional produjeron un tectonismo de plegamiento y cabalgamiento de antepaís, que originó la presencia de falla normales, de rumbo y de cabalgamiento -, y reactivó otras antiguas; el desplazamiento de la cobertura sedimentaria a lo largo de estas fallas dio lugar a la formación de numerosos pliegues -estrechos y alargados- con una dirección sensiblemente SW-NE.

Hacia el oriente del cinturón plegado y dentro de la denominada Depresión Subandina, que hoy ha dejado de ser depresión para estar ocupada por un gran espesor de sedimentitas 38 Cretácicas y Terciarias (Paleógenas y Neógenas), suavemente deformadas, se localizan los Llanos Orientales. En ellos los afloramientos son escasos pero los datos obtenidos de registros geofísicos permiten observar una leve deformación tectónica en la plataforma y una cobertura de algo más de 8000 metros de espesor de las sedimentitas mencionadas

Dentro de las principales fallas del borde cordillerano se encuentran las de:

Falla de Servitá, Falla El Tabor, Falla del Río Blanco, Falla Río Grande, Falla de Guaicáramo, Falla de Villavicencio

### 4.4 GEOMORFOLOGIA

La geomorfología actual del Departamento del meta obedece en muy buena parte a la evolución geológica de la cordillera oriental y su interacción con el escudo Guayanés, toda vez que los procesos de levantamiento y la consecuente erosión de aquella permiten explicar la sedimentación en los Llanos.

Estas circunstancias han permitido clasificar los siguientes paisajes en el departamento, según Doeko Goosen (1964): Pie de monte Abanicos aluviales subrecientes Llanura aluvial de desborde Llanuras aluviales Terrazas Aluviales Terrazas a varias alturas Altillanuras fuertemente disectadas Altillanuras fuertemente disectadas, con selva Vegas.

Los abanicos aluviales subrecientes del piedemonte, se formaron posiblemente durante el Holoceno y sus restos se encuentran en posición elevada, en superficies onduladas denominadas “mesas” y se presentan hacia el norte del municipio de Villavicencio, en la zona de Restrepo, Guacavía y Cumaral, así como al sur del Río Ariari y al este del municipio de San Martín. Localmente presentan pendientes del orden del 5%, en dirección oriental. Los materiales de que están formadas son arenosos con cantos rodados, lo que produce un alto drenaje y por ende una gran sequedad durante los periodos de verano.

Se consideran como el ápice de la llanura aluvial de desborde y en general los geomorfólogos los dividen en tres: abanico superior, abanico inferior y abanico pedregoso, este último formado en épocas de crecientes más recientes, crecientes que quizás removilizaron incluso parte de los dos anteriores. La llanura aluvial de desborde

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

recibe ese nombre por analogía con las Pampas Argentinas, allá denominada Llano de desborde. Esta llanura aluvial sigue una alineación sensiblemente paralela a los distintos cauces de la zona inmediatamente contigua al piedemonte hacia el oriente. En general se observan estas llanuras entre el norte del municipio de Puerto López, San Martín al sur y San José del Guaviare al oriente. En los Llanos Colombianos, estas llanuras son conocidas como “bajos” pues responden a zonas algo más hundidas topográficamente y se encuentran enmarcadas por los “bancos” o diques. Repentinamente permitieron la salida de madre de las corrientes y la depositación de gran cantidad de materiales aluviales de grano fino tipo limo, lodo y arcilla. Los “bajos” se inundan completamente durante el invierno y como ocupan algo más del 50% de la llanura aluvial, dificultan enormemente el tránsito vehicular.

## 5. EXPLORACION GEOTECNICA DEL SUBSUELO

Para determinar las características y propiedades geotécnicas del subsuelo, se realizó un (1) sondeo a una profundidad de 2.50 m respectivamente cumpliendo totalmente con los alcances en profundidad y Área del proyecto, según los requerimientos y la buena práctica de la ingeniería geotécnica en el país para este tipo de construcciones y especificada en la Norma NSR-10 Título H.

Con el propósito de hacer un muestreo continuo y detallado del subsuelo, se realizó la toma de muestras inalteradas cohesivas con la cuchara partida (Split Spoon).

Los procedimientos empleados para esta etapa exploración, corresponden al uso de equipo de perforación manual.

### 5.2 TRABAJOS EN CAMPO

Con el propósito de conocer el perfil del subsuelo y evaluar los parámetros que rigen su comportamiento ante la imposición de cargas, se realizaron los siguientes trabajos.

- **Muestreo:** Se tomaron muestras del subsuelo tanto de tipo alterado como inalterado, las primeras logradas aprovechando el recobro de la cuchara partida muestreadora (Split Spoon Sampler), empleada en la prueba de penetración estándar. Las de tipo inalterado se obtuvieron a través de tubos de pared delgada (Shelby) Ø 2”.
- **Descripción de la Estratigrafía:** encontrada mediante la descripción visual de las muestras obtenidas. Se anotó el tipo de suelo, color, textura y consistencia.
- **Medición de la posición del nivel freático:** al finalizar la ejecución de cada sondeo. La profundidad anotada está referida al nivel del terreno, en el sitio del sondeo. La medición se llevó a cabo en época de transición entre invierno y verano.

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

- Pruebas de penetración estándar SPT (ASTM D1586):** según lo establecido por el método estandarizado desde 1958 con la norma ASTM D-1586 y ajustado a una gran cantidad de revisiones se informa lo siguiente: el procedimiento consiste en hincar un tubo toma muestras dentro del fondo de la perforación mediante la energía proporcionada por un martillo de 140 lbs de peso que cae una altura de 76 cm, se realiza un hincado del muestreador registrando la cantidad de golpes necesaria para penetrar 15 cm tomando 3 lecturas es decir la penetración es de 45 cm. El número necesario para que los golpes penetren los 30 cms finales nos dan idea de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. La norma determina que cuando se aplican más de 50 o hasta 100 golpes para un intervalo el suelo presenta un fenómeno conocido como rechazo (RCH) el cual deberá reportarse en el registro de la perforación y esta se dará por concluida. Se realizaron ensayos de penetración estándar (SPT) cada 1.00 metros aproximadamente.

### 5.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas de los sondeos y caracterizar las muestras recuperadas, así como determinar parámetros de resistencia se realizaron los siguientes ensayos:

- Humedad natural (Norma INV-E-122)**

Se tomaron para cada uno de los sondeos las muestras de suelos, las cuales fueron colocadas en bolsas herméticamente selladas e identificadas.

Se determina el contenido de agua (humedad) de las muestras de suelo con base en la norma Invias INV E – 122 -13; en primer lugar, se determina y registra la masa de un recipiente limpio y seco, luego se escoge la muestra representativa para el ensayo y se ubica en dicho recipiente, posteriormente, se registra el peso del recipiente con la muestra de material húmedo; sucesivamente, se coloca el recipiente con dicho material en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , se deja el material en el horno de un día para otro.

Finalmente, se retira el recipiente del horno, se deja enfriar a temperatura ambiente y registra el peso del material seco.

- Granulometría (Norma INV-E-123)**

Para realizar el laboratorio respectivo se tomó como base una serie de tamices normalizados (2", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°10, N°40, N°200) mediante los cuales se determinará la distribución porcentual de los tamaños de los materiales constituidos del suelo.

Se determina el tamaño de las partículas del suelo mediante la norma Invias INV E – 123 – 13; la distribución de las partículas con tamaños superiores de  $75\mu\text{m}$ , es decir, retenidas hasta el tamiz No. 200 se establece

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

mediante tamizado; y aquellas partículas menores de 75  $\mu\text{m}$  se determina al utilizar un hidrómetro (Invías, 2012, p. 123-1). Se realiza el lavado del material tal como se presenta en la figura, al utilizar una serie de tamices, se seca en el horno estas fracciones del material; al día siguiente, se registra el peso seco y se procede a realizar el proceso de tamizado empleando desde el tamiz de 3" hasta el tamiz No. 200 por último, se determina el peso retenido en cada tamiz.

- **Límites de atterberg (INV-E-123) (INV-E-126)**

Son los diferentes ensayos que se realizaron en la fracción fina de los suelos y tienen como fin conocer las características de la resistencia y consistencia y sus valores son necesarios para la clasificación de suelos finos.

- **Peso específico (INV-E-128)**

Se determina el peso específico con base en la norma Invías INV E – 128-13, se utilizan muestras que pasan el tamiz No.4 empleando un picnómetro. Se aplica el método A para el ensayo de muestras húmedas. Posterior a la calibración del picnómetro, se registra la masa del picnómetro. Luego, se agrega 1000 ml de agua dentro del recipiente de mezclado, se vierte el suelo (según lo indicado en la norma con relación al volumen del picnómetro empleado en el ensayo) y se mezcla. Se vierte dicha mezcla en el picnómetro, después, se agrega agua al hasta que su nivel esté entre 1/3 y 1/2 de la profundidad del cuerpo principal del picnómetro. Se agita hasta formar una lechada. Sucesivamente, se extrae el aire atrapado usando una bomba de vacío. Se registra la temperatura y la masa del picnómetro con suelo y agua. Además, se transfiere la lechada a un recipiente de peso conocido, se seca el espécimen y se anota la masa del suelo seco.

Con los resultados de los ensayos se clasifico el suelo por el sistema unificado de clasificación SUCS donde se determinaron familias predominantes en el subsuelo y para las cuales se obtuvieron valores de resistencia para establecer el comportamiento del suelo y con base en este definir el tipo y la profundidad de cimentación.

## 5.4 ESTRATIGRAFÍA Y CONDICIONES GEOTÉCNICAS DEL SUBSUELO

### 5.4.1 NIVEL FREÁTICO

NO se encontró nivel freático en el sondeo realizado.


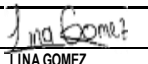

Cabe resaltar que el nivel freático fluctúa dependiendo de la estación del año en la que se realice la exploración del suelo.

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

#### 5.4.2 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

Con base en los trabajos de campo y los resultados en el laboratorio ejecutados, se pudo establecer perfil estratigráfico promedio del subsuelo:

Ilustración 5 Perfil estratigráfico sondeo 1

		<b>INCONTECH SAS</b> NIT: 901376424-1						Código: SGC-PDS-F015 Version: 1 Fecha: 20/01/2020 Pagina: 1 de 1 Norma: INV-E111					
		<b>PERFILES ESTRATIGRAFICOS DEL SUBSUELO</b>											
OBRA:		INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN											
CLIENTE:		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS											
LOCALIZACION:		PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META											
FECHA RECIBO:		10 de julio de 2021						FECHA INFORME: 2021-07-22					
OBSERVACIONES:		<b>SONDEO 1</b>											
PROF.	ESTRATO	DESCRIPCION	N (spt)	RP (Kg/cm2)	INDICE DE PLASTICIDAD				PASA 200 %	CLASIFICACION		PESOS ESPECIFICOS	
					L.L%	L.P%	I.P%	Wnat%		A.A.S.T.H.O	U.S.C.	$\gamma_s$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_d$ (gr/cm <sup>3</sup> )
0.00		RELLENO GRANULAR COLOR CAFÉ CLARO			NL	NP	NL - NP	16.29	25.84	A-2-5	SC	2.080	1.789
0.10													
0.20		GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO			NL	NP	NL - NP	8.83	9.85	A-1-b	GW	1.885	1.732
0.30													
0.40	0.48	GRAVA ARENOSA POBREMENTE GRADUADA DE COMPACIDAD Densa DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO	8/13/17		NL	NP	NL - NP	7.04	10.96	A-1-b	GP	1.863	1.740
0.50													
0.60		GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE COMPACIDAD Densa DE COLOR CAFÉ OSCURO CON VETAS ROJIZAS			NL	NP	NL - NP	8.95	11.93	A-1-b	GW	1.901	1.745
0.70													
0.80		GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE COMPACIDAD Densa DE COLOR CAFÉ OSCURO	18/20/21		NL	NP	NL - NP	6.16	6.25	A-1-b	GW	1.849	1.742
0.90													
1.00	0.90												
1.10													
1.20													
1.30													
1.40	1.40												
1.50													
1.60													
1.70													
1.80													
1.90													
2.00	2.00												
2.10													
2.20													
2.30													
2.40													
2.50	2.50												
Escala H.		 LINA GOMEZ COORDINADORA TECNICA						 JUAN ESTEBAN SALAS JEFE DE LABORATORIO					

"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## 6. CLASIFICACION DEL SUELO

### 6.1 Corrección de ensayo de penetración estándar.

Para la normalización del número del valor N de campo se emplean diferentes factores de corrección.

Los valores obtenidos en el ensayo de penetración estándar se corrigieron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Esfuerzo vertical de acuerdo al peso del suelo por encima del ensayo. (CN).
- Eficiencia del martillo (se utiliza un martillo tipo Donut). (CE).
- Diámetro de la perforación. (CB).
- Características del muestreador. (CS).
- Longitud del tubo de perforación (longitud total de varillaje en el momento del ensayo). (CR).
- Presencia del nivel freático.

Por medio de la siguiente formula se procede a encontrar el N<sub>60</sub>

$$N_{60} = \frac{N\eta_H\eta_B\eta_S\eta_R}{60}$$

Las variables mencionadas en la formula se determinan a través de las siguientes tablas en la que  $\eta_H$  hace referencia a la eficiencia del martillo utilizado para el ensayo SPT.

Tabla 2 Eficiencia del Martillo

País	Tipo de martillo	Lanzamiento del Martillo	$\eta_H$
Japón	Anillos	Caída libre	78
	Anillos	Cuerda y polea	67
Estados Unidos	Seguridad	Cuerda y polea	60
	Anillos	Cuerda y polea	45
Argentina	Anillos	Cuerda y polea	45
China	Anillos	Cuerda y polea	60
	Anillos	Cuerda y polea	50

Fuente: Braja Das, 1999.

Para el termino de  $\eta_B$  es necesario saber el diámetro del sondeo en este caso es de 50.8mm tomando como referencia el valor que se denota en la tabla 10.

Tabla 3 Variación de  $\eta_B$

Diámetro (mm)	$\eta_B$
60-120	1
150	1.05
200	1.15

Fuente: Braja Das, 1999.

Dependiendo del tipo de muestro que se obtiene in situ se toma el valor que sea de referencia en este caso es muestreado estándar.

“Haciendo la diferencia con excelencia”


 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

Tabla 4 Variación de  $\eta_S$

Variable	$\eta_S$
Muestreo Estándar	1
Con revestimiento para arena densa y arcilla	0.8
Con revestimiento para arena suelta	0.9

Fuente: Braja Das, 1999.

La longitud de la varilla para la obtención de la muestra también tiene un factor de corrección el cual depende de la profundidad del sondeo. Los valores se demuestran en la tabla 12. Teniendo en cuenta el valor de  $\eta_R$  para cada N60.

Tabla 5 Variación de  $\eta_R$

Longitud de la varilla (m)	$\eta_R$
>10	1
6-10	0.95
4-6	0.85
0-4	0.75

Fuente: Braja Das, 1999.

Según las características del ensayo realizado por nuestra empresa y las dimensiones de la tubería utilizada las variaciones son:

Tabla 6 Factores de corrección

FACTORES DE CORRECCION			
nH	nB	nS	nR
78	1.00	1.00	0.75

### Clasificación del sondeo 1

Tabla 7 Clasificación N sondeo 1

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	di/N60
1	30	29	1.0	0.03
2	42	41	1.0	0.02
3	50	49	1.0	0.02
			3	0.08
			N	40

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

El  $\bar{N}$  promedio del sondeo es: 40

Según el artículo A.2.4.4 NSR-10 - DEFINICION DEL TIPO DE SUELO es D debido a que la velocidad de onda de corte se encuentra dentro de los límites, cumpliendo la condición  $50 > \bar{N} > 15$ .

Tipo de perfil	Descripción	Definición
<b>A</b>	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500$ m/s
<b>B</b>	Perfil de roca de rigidez media	$1500$ m/s $> \bar{V}_s \geq 760$ m/s
<b>C</b>	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760$ m/s $> \bar{V}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$ , o $\bar{q}_u \geq 100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>D</b>	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360$ m/s $> \bar{V}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$ , o $100$ kPa ( $\approx 1$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> \bar{q}_u \geq 50$ kPa ( $\approx 0.5$ kgf/cm <sup>2</sup> )
<b>E</b>	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180$ m/s $> \bar{V}_s$
	perfil que contiene un espesor total $H$ mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50$ kPa ( $\approx 0.50$ kgf/cm <sup>2</sup> ) $> \bar{q}_u$
<b>F</b>	Los perfiles de suelo tipo <b>F</b> requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: <b>F<sub>1</sub></b> — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. <b>F<sub>2</sub></b> — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ( $H > 3$ m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). <b>F<sub>3</sub></b> — Arcillas de muy alta plasticidad ( $H > 7.5$ m con Índice de Plasticidad $IP > 75$ ) <b>F<sub>4</sub></b> — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ( $H > 36$ m)	

## 7. CARACTERISTICAS SISMICAS DEL SECTOR

Para efectos de la aplicación del Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes NSR-10 en el diseño de las estructuras proyectadas, se considerarán los siguientes parámetros para el diseño sismorresistente. Los valores a continuación registrados se basan en los lineamientos propuestos y exigidos en título A de NSR – 10.

### 7.1 Definición de zona de amenaza sísmica valor de Aa y Av

El municipio de Villavicencio se encuentra en una zona sísmica Intermedia según la NSR-10 apéndice A-4 Valores Aa, Av, Ae y Ad y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Tabla 8 Definición zona sísmica

DEPARTAMENTO DEL META					
MUNICIPIO	ZONA DE AMENAZA SISMICA	Aa	Av	Ae	Ad
Villavicencio	Alta	0.25	0.30	0.20	0.07

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

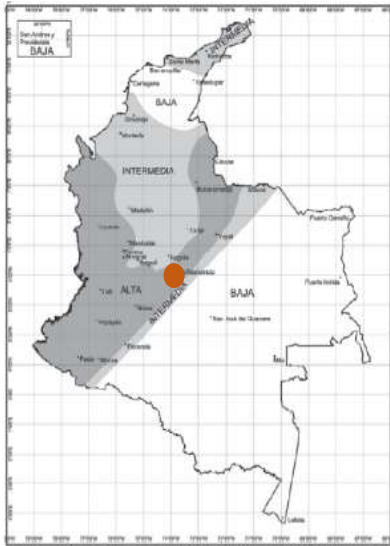


Figura A.2.3-1 — Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de  $A_s$  y  $A_v$ .

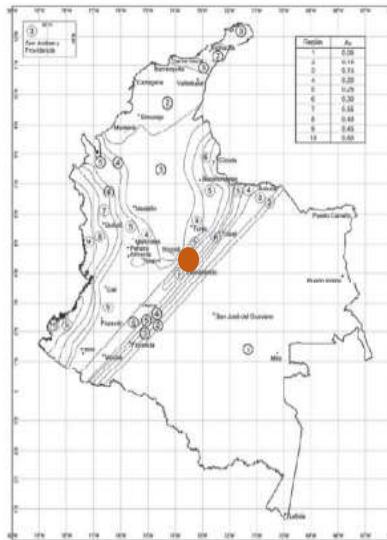


Figura A.2.3-2 — Mapa de valores de  $A_s$ .

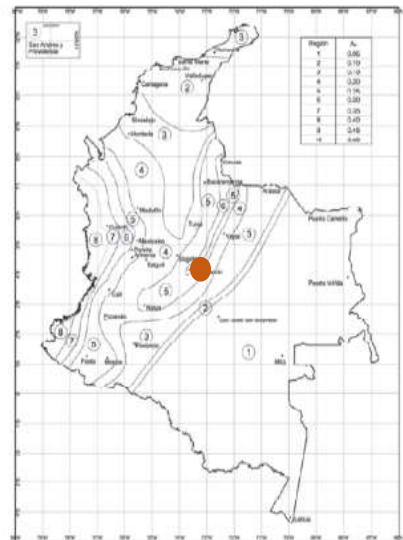


Figura A.2.3-3 — Mapa de valores de  $A_v$ .

Ilustración 6 Zona de amenaza sísmica. Fuente NSR-10

## 7.2 Efectos locales y perfil del suelo

### 7.2.1 Clasificación de los perfiles del suelo

Se definen seis tipos de perfil de suelo los cuales se presentan en la tabla A.2.4-1. Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 m superiores del perfil para los perfiles tipo A a E.

Con los resultados dado se puede determinar que suelo para el proyecto de estudio es de tipo: D.

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ( $\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$ )
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 $\text{kgf/cm}^2$ )
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ( $\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ )

### 7.2.2 Valores del coeficiente $F_a$ periodos cortos

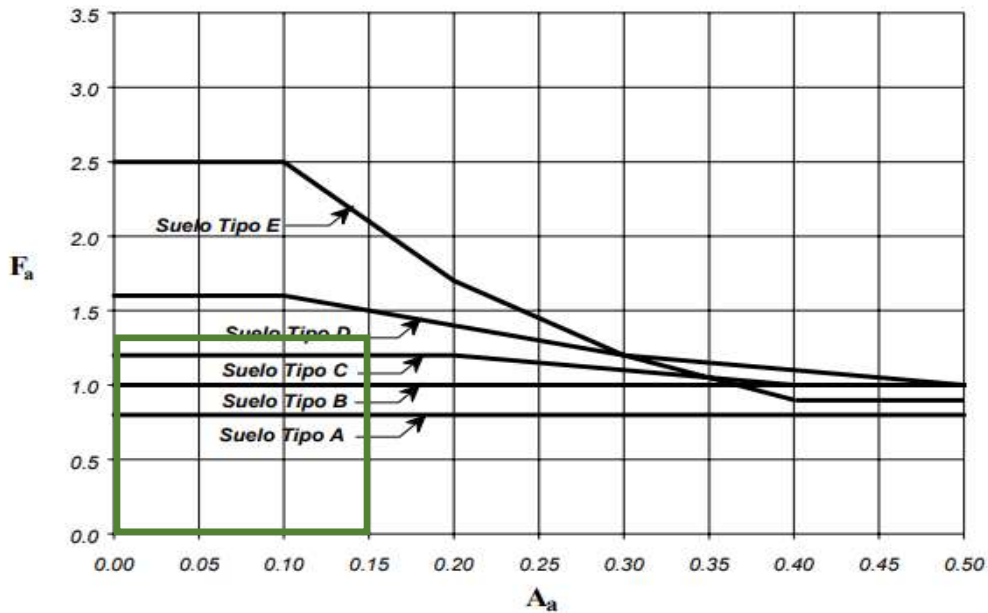
Según la tabla A-2-4-3 de la NSR-10 el coeficiente para periodos cortos  $F_a$  1.50

Tabla 9 Valores del coeficiente  $F_a$  periodos cortos

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
<b>D</b>	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
<b>E</b>	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
<b>F</b>	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: NSR-10- Tabla A-2-4-3



Fuente: NSR-10

### 7.2.3 Valores del coeficiente $F_v$ periodos intermedios

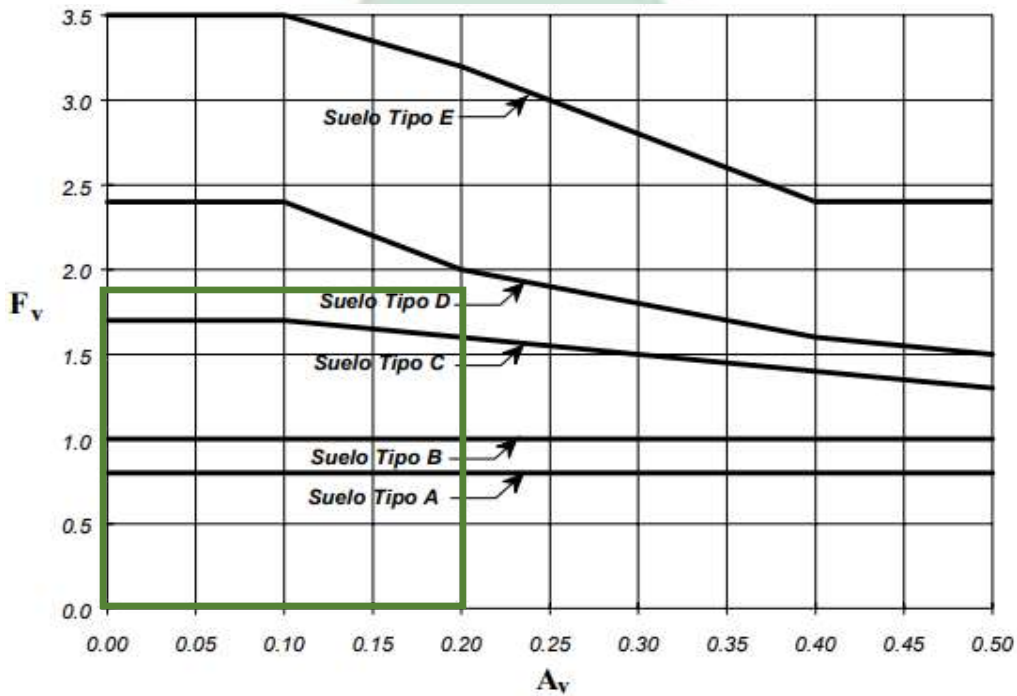
Según la tabla A-2-4-4 de la NSR-10 el coeficiente para periodos intermedios  $F_v$  2.0

Tabla 10 Valores del coeficiente  $F_v$  periodos intermedios

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
<b>A</b>	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
<b>B</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
<b>C</b>	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
<b>D</b>	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
<b>E</b>	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
<b>F</b>	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

**Nota:** Para el perfil tipo **F** debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.

Fuente: NSR-10- Tabla A-2-4-4



Fuente: NSR-10

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## 8. PARAMETROS GEOMECANICOS

### 8.1 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ENCONTRADOS EN LA CARACTERIZACION DEL SUBSUELO

El perfil estratigráfico típico de la zona se encuentra constituido por tres estratos de suelo principalmente, constituidos por materiales gruesos (GW, GP) que, de acuerdo a la condición de suelo, aumentan las propiedades a medida que se profundizan en el terreno. Las propiedades a considerar para estos tipos de suelo son:

Tabla 11 Características de los suelos del sitio

Tipo de suelo*	Permeabilidad	Resistencia a la tubificación	Resistencia al cortante	Compresibilidad	Susceptibilidad al agrietamiento	Susceptibilidad a la licuación	Manejabilidad					
GW	Permeable	Alta	Muy alta	De baja compresibilidad siempre y cuando hayan sido colocados y compactados adecuadamente. Su compactación es fundamental	No susceptible al agrietamiento	No susceptibles a la licuación cuando están bien compactados.	Muy buena					
GP	Permeable a muy permeable	De alta a media	Alta				Muy buena					
SW	Permeable	Alta a media	Muy alta	Compresibilidad baja si más del 60 por ciento del material es grueso (tamaño superior a la malla No. 4). Si el material contiene menos de 35 por ciento de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos.	Control de humedad de compactación muy importante	Media si mal compactados	Muy buena					
SP	Semipermeable a permeable	Baja a muy baja	Alta				De buena a correcta					
GM	Semipermeable	Alta a media	Alta				Mediana a alta	Muy buena				
GC	Impermeable	Muy alta	Alta				Baja	Muy buena				
SM	Semipermeable a impermeable	Media a baja	Alta				Mediana a alta	Muy susceptible si mal compactados	Buena a correcta			
SC	Impermeable	Alta	Alta a media				Mediana a baja	Muy baja	Buena a correcta			
ML	Impermeable	Baja a muy baja	Media a baja				Los asentamientos pueden ser grandes y se calculan con base en pruebas de consolidación.	Muy susceptibles; deben colocarse con alto grado de saturación	Media a alta si mal compactados	Correcta a muy pobre		
MH	Muy impermeable	Media a alta	Baja							Muy baja	Buena a correcta	
CL	Impermeable	Alta	Media							Mediana a alta	Media a alta si mal compactados	Pobre a muy pobre
CH	Muy impermeable	Muy alta	Baja a media									Muy baja
OL	Impermeable	Media	Baja	Muy baja	Correcta a pobre							

Fuente: Mecánica de suelos-Crespo Villaz

### 8.2 ANGULO DE FRICCION INTERNA

En el análisis de capacidad portante se requiere el Angulo de fricción interna del suelo; para obtener este valor se utiliza las correlaciones con base en el ensayo de penetración estándar y se hace una estimación directa a partir del encontrado en el laboratorio con el ensayo de corte directo o compresión inconfina según el tipo de material extraído.

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

Para arcillas:

Tabla 1. Correlación entre Pruebas SPT y valores de resistencia de suelos arcillosos

OCR	N. golpes (SPT)	Qu (KG/CM <sup>2</sup> )	DESCRIPCION	ANGULO DE FRICCION En grados	E (KG/CM <sup>2</sup> )
NC	< 2	< 0.25	Muy blanda	0	3
NC	2 - 4	0.25 - 0.50	Blanda	0 - 2	30
NC	4 - 8	0.5 - 1.0	Media	2 - 4	45 - 90
NC	8 - 15	1.0 - 2.0	Compacta	4 - 6	90 - 200
>OCR	15 - 30	2.0 - 4.0	Muy compacta	6 - 12	> 200
>OCR	> 30	> 4.0	Dura	> 14	

NC . Normalmente consolidados

OCR . Suelos sobreconsolidados

SPT, Ensayo STANDARD PENETRATION TEST

E. Modulo de rigidez del suelo

Para arenas :

Tabla 2 . Correlación entre pruebas SPT y valores de resistencia de suelos arenosos.

N (SPT)	Descripción	Valor Cr	Ang. Friccion	E (Kg/cm <sup>2</sup> )
0-4	Muy floja	0 - 15	28	100
5 - 10	Floja	16 - 35	28 - 30	100 - 250
11 - 30	Media	36 - 65	30 - 36	250 - 500
31 - 50	Densa	66 - 85	36 - 41	500 - 1000
>50	Muy densa	86 - 100	41	> 1000

E = Modulo de Young

Cr = Compacidad relativa

### 8.3 CONSISTENCIA DEL SUELO

La consistencia del suelo es la firmeza con que se unen los materiales que lo componen o la resistencia de los suelos a la deformación y la ruptura. La consistencia del suelo se mide por muestras de suelo mojado, húmedo y seco. En los suelos mojados, se expresa como adhesividad y plasticidad, tal como se define infra. La consistencia del suelo puede estimarse en el campo mediante ensayos sencillos, o medirse con mayor exactitud en el laboratorio.

Cr: Limite Liquido - W natural / Índice Plasticidad

Tabla 12 Consistencia relativa

<b>CONSISTENCIA RELATIVA</b>	
SUELO MUY SUAVE	0.0 - 0.25
SUELO SUAVE	0.25 - 0.50
CONSISTENCIA MEDIA	0.50 - 0.75
RIGIDO	0.75 - 1.00

Se observan suelos de consistencia de consistencia rígida, suelos duros, aunque en sus primeros metros se encuentra variabilidad en los materiales.

Si CR = 1 el suelo se encuentra en su LP.

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

Si  $CR = 0$  el suelo se encuentra en su LL.

**Si  $CR > 1$  el suelo se encuentra en un estado semi sólido y tendrá un comportamiento rígido.**

Si  $CR < 0$  el suelo posee un contenido de humedad natural superior a su LL y se comportará como un fluido viscoso.

#### 8.4 COMPRESIBILIDAD DEL SUELO

Terzagui desarrollo el Índice de compresión a partir del índice de compresión, de utilidad para estimar los posibles asentamientos en las zonas de suelos cohesivos, en este caso se realiza el análisis para las muestras recuperadas que presentan índices de plasticidad.

<b>INDICE COMPRESIBILIDAD</b>	
BAJA	0.0 - 0.19
MEDIA	0.20 - 0.35
ALTA	>0.40


En general los suelos poseen muy baja compresibilidad

### 9. ANÁLISIS GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES

#### 9.1 Consideraciones Generales

Para evaluar el parámetro de evaluación de la resistencia al corte y a la compresión uniaxial de las capas de suelo, se utilizó el valor de N del ensayo SPT según las correlaciones presentadas en la tabla de Angulo de fricción.

Con base en la información recopilada sobre los diferentes aspectos técnicos y las observaciones de campo efectuadas por el especialista, los resultados de los ensayos de laboratorio, de campo y la información referente a las características del subsuelo se realizó un análisis para estimar valores de capacidad de soporte admisible y asentamientos.

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

Los valores de N obtenidos en campo fueron los siguientes:

Tabla 13 Valores de N obtenidos en los sondeos.

SONDEO N°1	
Profundidad	VALORES DE N
1.0 m	8/13/17
2.0 m	18/20/21
2.5 m	11/16/RCH

Las siguientes tablas nos sirven de base para determinar los valores de los factores de carga  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_y$ . De acuerdo con las características geotécnicas encontradas, los perfiles observados, la presencia de GRAVA ARENOSABIEN GRADUADA DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO de compacidad compacta.

**TABLA PARA DETERMINAR LOS FACTORES DE CARGA DE ACUERDO A MAYERHOF, HANSEN Y VESINC**

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_y(H)$	$N_y(M)$	$N_y(V)$	$N_q / N_c$	$2 \tan \phi (1 - \sin \phi)$
0	5,14	1,00	0	0	0	0,195	0
5	6,49	1,60	0,10	0,10	0,4	0,242	0,146
10	8,34	2,50	0,40	0,40	1,2	0,296	0,241
15	10,97	3,90	1,20	1,10	2,6	0,359	0,294
20	14,83	6,40	2,90	2,90	5,4	0,431	0,315
25	20,71	10,70	6,80	6,80	10,9	0,514	0,311
26	22,25	11,80	7,90	8,00	12,5	0,533	0,308
28	25,79	14,70	10,90	11,20	16,7	0,57	0,299
30	30,13	18,40	15,10	15,70	22,4	0,61	0,289
32	35,47	23,20	20,80	22,00	30,2	0,653	0,276
34	42,14	29,40	28,70	31,10	41	0,698	0,262
36	50,55	37,70	40,00	44,40	56,2	0,746	0,247
38	61,31	48,90	56,01	64,00	77,9	0,797	0,231
40	75,25	64,10	79,40	93,60	109,3	0,852	0,214
45	133,73	134,70	200,50	262,30	271,3	1,007	1,172
50	266,5	318,50	567,40	871,70	761,3	1,195	0,131

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## 9.2 Análisis de la Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante se realizó considerando el suelo GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO compactada en los estratos y con las recomendaciones del capítulo H de la norma NSR-10. La ecuación utilizada fue la siguiente:

$$q_u = c N_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

Ecuación 6.1.

Dónde:

$q_u$  = capacidad de carga última (Kg/Cm<sup>2</sup>)

$c$  = cohesión del estrato de fundación (Kg/cm<sup>2</sup>)

$N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  = coeficientes de capacidad de carga adimensionales.

$B$  = ancho de cimiento asumido (cm)

$\gamma$  = peso específico del suelo en el cual está el cimiento. (Gr/cm<sup>2</sup>)

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{ult}}{F.S.}$$

Con base en la información recopilada sobre los diferentes aspectos técnicos y las observaciones de campo efectuadas por el especialista, los resultados de los ensayos de laboratorio, de campo y la información referente a las características del subsuelo se realizó un análisis para estimar valores de capacidad de soporte admisible y asentamientos.

De acuerdo con las características geotécnicas encontradas y los perfiles observados, la presencia de arcilla arenosa color naranja de baja plasticidad y consistencia media, la magnitud aproximada de las cargas de la estructura, se considera que se debe cimentar sobre el estrato a un mínimo -1.50 m de profundidad tomando como referencia el nivel del terreno al momento de realizar los sondeos y siguiendo las recomendaciones de mejoramientos escritas en el presente estudio.

La capacidad de carga admisible se calculó considerando un factor de seguridad de tres que es el recomendado por la norma para prevenir la falla por capacidad portante de esta manera se tiene que:


$\delta_p$ : Capacidad de carga admisible

*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

$\delta_{ult}$ : Capacidad de carga

F.S.: Factor de Seguridad

En los anexos se presenta la hoja de cálculo de un programa de computador basado en la teoría de Terzaghi y Peck en donde se tiene como información de campo el ensayo de SPT, que a partir del cual se determinan ciertas características del estrato y unos valores asumidos de ancho y profundidad de cimentación, acordes al proyecto de construcción.

Se escogió el estrato de los sondeos clasificado como GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO trabajó sobre el valor más crítico de la prueba de penetración estándar, sobre la cual el especialista en el área estará dispuesto a desarrollar la aplicación de las condiciones para el diseño estructural.



*“Haciendo la diferencia con excelencia”*


Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

Tabla 14 Capacidad portante sondeo 1

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>INCONTECH SAS</b> NIT: 901376424-1			Codigo:	SGC-PDS-F020		
	<b>CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE</b>			Version:	1		
				Fecha:	20/01/2020		
				Pagina:	1 DE 1		
OBRA:		INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN			NORMA:	NSR-10	
CLIENTE:		FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS					
LOCALIZACION:		PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META					
FECHA RECIBO:		10 de julio de 2021		FECHA INFORME:		22-jul-21	
OBSERVACIONES: Sondeos, ensayos de clasificación y SPT a diferentes profundidades. Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)							
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO <b>SONDEO 1</b>							
<b>PARAMETROS</b>							
qu (Inconfinada) (T/m2)		<u>0.00</u>		Angulo de fricción interna (°)	<u>36</u>		
Peso Volumetrico suelo (T/m3)		<u>17.40</u>		Nc (según Terzaghi)	<u>30.13</u>		
Factor de seguridad		<u>3.0</u>		Nq (según Terzaghi)	<u>18.4</u>		
N (Número golpes/pie)		<u>30.0</u>		Cu (T/m2)	<u>0</u>		
				Ny (según Terzaghi)	<u>15.7</u>		
<b>CAPACIDAD CARGA ADMISIBLE (Ton/m<sup>2</sup>) PARA B &lt; 1,00 m</b>							
PROFUNDIDAD CIMENTACION	PROFUNDIDAD CIMENTACION	ZAPATAS S/TERZAGHI ANCHO CIMIENTO (m)			CIMIENTO CONTINUO S/TERZAGHI ANCHO CIMIENTO (m)		
m	pie	1.00	1.20	1.40	1.00	1.20	1.40
1.00	3.28	11.4	13.7	15.9	9.9	11.9	13.9
1.30	4.27	14.8	17.8	20.7	12.9	15.4	18.0
1.60	5.25	18.2	21.9	25.5	15.8	19.0	22.2
1.90	6.23	21.6	26.0	30.3	18.8	22.6	26.3
2.20	7.22	25.0	30.0	35.1	21.8	26.1	30.5
2.50	8.20	28.5	34.1	39.8	24.7	29.7	34.6
<b>CAPACIDAD CARGA ADMISIBLE S (Ton/m<sup>2</sup>) PARA B &gt;= 1,00 m</b>							
PROFUNDIDAD CIMENTACION	PROFUNDIDAD CIMENTACION	ZAPATAS S/TERZAGHI ANCHO CIMIENTO (m)			CIMIENTO CONTINUO S/TERZAGHI ANCHO CIMIENTO (m)		
m	pie	1.60	1.80	2.00	1.60	1.80	2.00
1.00	3.28	18.2	20.5	22.8	15.8	17.8	19.8
1.30	4.27	23.7	26.6	29.6	20.6	23.2	25.7
1.60	5.25	29.1	32.8	36.4	25.3	28.5	31.7
1.90	6.23	34.6	38.9	43.3	30.1	33.9	37.6
2.20	7.22	40.1	45.1	50.1	34.8	39.2	43.6
2.50	8.20	45.5	51.2	56.9	39.6	44.5	49.5
La información aquí reportada pertenece unicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INCONTECH SAS							

"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

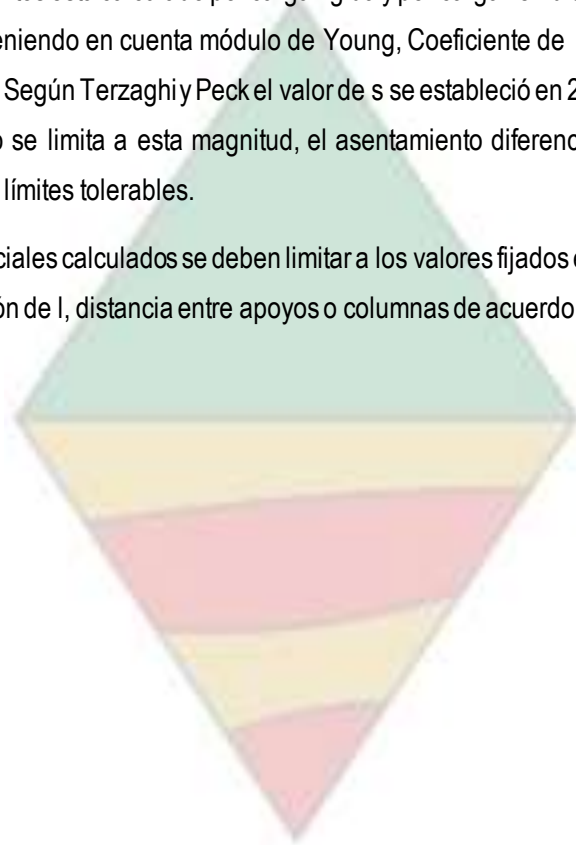
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

### 9.3 Análisis de Asentamientos

Los asentamientos en suelos arcillosos el período de respuesta es más lento con respecto a los suelos arenosos. Para todos los tipos de cimentaciones sobre arcillas los factores de seguridad deben ser los adecuados para evitar una falla por capacidad de carga. Para su análisis pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo, hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de distorsión que a los lentos, hasta el punto que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento.


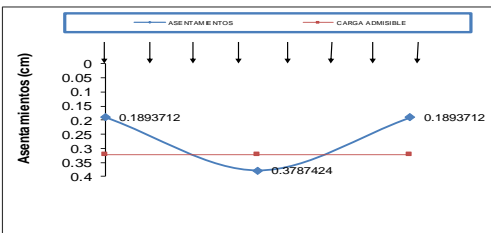
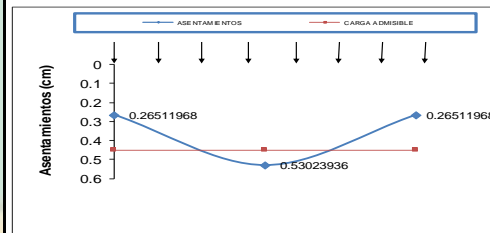
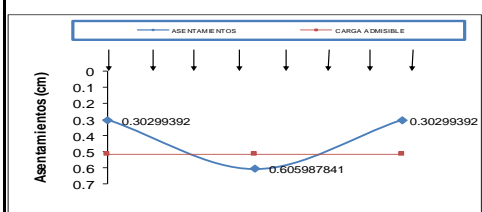
Cada uno de los asentamientos está calculado por carga rígida y por carga flexible. Se detalla la teoría aplicada y los cálculos realizados teniendo en cuenta módulo de Young, Coeficiente de Poisson y la carga admisible calculada con anterioridad. Según Terzaghi y Peck el valor de  $s$  se estableció en 2,5 cm con la creencia de que si el asentamiento máximo se limita a esta magnitud, el asentamiento diferencial entre las zapatas de una estructura estará dentro de límites tolerables.

Los asentamientos diferenciales calculados se deben limitar a los valores fijados en la tabla H.4.9.1 de la NSR 2010, expresados en función de  $l$ , distancia entre apoyos o columnas de acuerdo con el tipo de construcción.



 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>			
	NIT 901376424-1		FECHA	20/02/2020

Tabla 15 Asentamientos sondeo N° 1

	<b>INCONTECH SAS</b> <b>NIT: 901376424-1</b> <b>CALCULO DE ASENTAMIENTOS</b> <b>SISTEMA INTEGRAL DE GESTION</b>				Codigo: SGC-PDS-F013 Version: 01 Fecha: 20/01/2020 Pagina: 1 de 1																																																
	OBRA: INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN CLIENTE: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS LOCALIZACION: PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVENCIO, DEPARTAMENTO DEL META DESCRIPCION: OBSERVACIONE: Sondeos, ensayos de clasificación y SPT a diferentes profundidades. Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)				NORMA: NSR-10 FECHA INFORME: 22-jul-21																																																
<b>ANALISIS REALIZADO A SONDEO N° 1</b>																																																					
<table border="1"> <tr><td>Carga admisible (q):</td><td>1.140 kg/cm<sup>2</sup></td><td>1.14 kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Módulo de Young (E):</td><td>300 kg/cm<sup>2</sup></td><td>300 kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente de Poisson (ν):</td><td>0.30</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>Ancho cimentación (b):</td><td>1.00 m</td><td>100 cm</td></tr> <tr><td>Largo cimentación (l):</td><td>1.00 m</td><td>100 cm</td></tr> <tr><td>m:</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Ip:</td><td>0.56</td><td></td></tr> <tr><td>Factor de seguridad:</td><td>3.00</td><td>3.00</td></tr> </table>			Carga admisible (q):	1.140 kg/cm <sup>2</sup>	1.14 kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Young (E):	300 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>	Coefficiente de Poisson (ν):	0.30	0.30	Ancho cimentación (b):	1.00 m	100 cm	Largo cimentación (l):	1.00 m	100 cm	m:	1.00		Ip:	0.56		Factor de seguridad:	3.00	3.00	<table border="1"> <tr><td>Carga admisible (q):</td><td>1.140 kg/cm<sup>2</sup></td><td>1.14 kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Módulo de Young (E):</td><td>300 kg/cm<sup>2</sup></td><td>300 kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente de Poisson (ν):</td><td>0.30</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>Ancho cimentación (b):</td><td>1.40 m</td><td>140 cm</td></tr> <tr><td>Largo cimentación (l):</td><td>1.40 m</td><td>140 cm</td></tr> <tr><td>m:</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Ip:</td><td>0.56</td><td></td></tr> <tr><td>Factor de seguridad:</td><td>3.00</td><td>3.00</td></tr> </table>			Carga admisible (q):	1.140 kg/cm <sup>2</sup>	1.14 kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Young (E):	300 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>	Coefficiente de Poisson (ν):	0.30	0.30	Ancho cimentación (b):	1.40 m	140 cm	Largo cimentación (l):	1.40 m	140 cm	m:	1.00		Ip:	0.56		Factor de seguridad:	3.00	3.00
Carga admisible (q):	1.140 kg/cm <sup>2</sup>	1.14 kg/cm <sup>2</sup>																																																			
Módulo de Young (E):	300 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>																																																			
Coefficiente de Poisson (ν):	0.30	0.30																																																			
Ancho cimentación (b):	1.00 m	100 cm																																																			
Largo cimentación (l):	1.00 m	100 cm																																																			
m:	1.00																																																				
Ip:	0.56																																																				
Factor de seguridad:	3.00	3.00																																																			
Carga admisible (q):	1.140 kg/cm <sup>2</sup>	1.14 kg/cm <sup>2</sup>																																																			
Módulo de Young (E):	300 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>																																																			
Coefficiente de Poisson (ν):	0.30	0.30																																																			
Ancho cimentación (b):	1.40 m	140 cm																																																			
Largo cimentación (l):	1.40 m	140 cm																																																			
m:	1.00																																																				
Ip:	0.56																																																				
Factor de seguridad:	3.00	3.00																																																			
<table border="1"> <tr><th colspan="5">Asentamientos carga flexib</th></tr> <tr><th>Carga rígida (cm)</th><th>Esquina (cm)</th><th>Centro (cm)</th><th>Valor medio (cm)</th><th>Carga total (T)</th></tr> <tr><td>0.92</td><td>0.58</td><td>1.16</td><td>0.99</td><td>11.40</td></tr> </table>			Asentamientos carga flexib					Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)	0.92	0.58	1.16	0.99	11.40	<table border="1"> <tr><th colspan="5">Asentamientos carga flexib</th></tr> <tr><th>Carga rígida (cm)</th><th>Esquina (cm)</th><th>Centro (cm)</th><th>Valor medio (cm)</th><th>Carga total (T)</th></tr> <tr><td>1.29</td><td>0.81</td><td>1.63</td><td>1.38</td><td>22.34</td></tr> </table>			Asentamientos carga flexib					Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)	1.29	0.81	1.63	1.38	22.34																		
Asentamientos carga flexib																																																					
Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)																																																	
0.92	0.58	1.16	0.99	11.40																																																	
Asentamientos carga flexib																																																					
Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)																																																	
1.29	0.81	1.63	1.38	22.34																																																	
																																																					
<table border="1"> <tr><td>Carga admisible (q):</td><td>1.140 kg/cm<sup>2</sup></td><td>1.14 kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Módulo de Young (E):</td><td>300 kg/cm<sup>2</sup></td><td>300 kg/cm<sup>2</sup></td></tr> <tr><td>Coefficiente de Poisson (ν):</td><td>0.30</td><td>0.30</td></tr> <tr><td>Ancho cimentación (b):</td><td>1.60 m</td><td>160 cm</td></tr> <tr><td>Largo cimentación (l):</td><td>1.60 m</td><td>160 cm</td></tr> <tr><td>m:</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>Ip:</td><td>0.56</td><td></td></tr> <tr><td>Factor de seguridad:</td><td>3.00</td><td>3.00</td></tr> </table>			Carga admisible (q):	1.140 kg/cm <sup>2</sup>	1.14 kg/cm <sup>2</sup>	Módulo de Young (E):	300 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>	Coefficiente de Poisson (ν):	0.30	0.30	Ancho cimentación (b):	1.60 m	160 cm	Largo cimentación (l):	1.60 m	160 cm	m:	1.00		Ip:	0.56		Factor de seguridad:	3.00	3.00	<table border="1"> <tr><th colspan="5">Asentamiento carga flexible</th></tr> <tr><th>Carga rígida (cm)</th><th>Esquina (cm)</th><th>Centro (cm)</th><th>Valor medio (cm)</th><th>Carga total (T)</th></tr> <tr><td>1.47</td><td>0.93</td><td>1.86</td><td>1.58</td><td>29.18</td></tr> </table>			Asentamiento carga flexible					Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)	1.47	0.93	1.86	1.58	29.18									
Carga admisible (q):	1.140 kg/cm <sup>2</sup>	1.14 kg/cm <sup>2</sup>																																																			
Módulo de Young (E):	300 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>																																																			
Coefficiente de Poisson (ν):	0.30	0.30																																																			
Ancho cimentación (b):	1.60 m	160 cm																																																			
Largo cimentación (l):	1.60 m	160 cm																																																			
m:	1.00																																																				
Ip:	0.56																																																				
Factor de seguridad:	3.00	3.00																																																			
Asentamiento carga flexible																																																					
Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)																																																	
1.47	0.93	1.86	1.58	29.18																																																	
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>Carga flexible :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Esquina :</b>  <math display="block">s = q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p</math></li> <li>• <b>Centro :</b>  <math display="block">s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1 - \nu^2}{E} \cdot I_p</math></li> <li>• <b>Valor medio :</b>  <math display="block">s = s(\text{centro}) \cdot 0.848</math></li> </ul> <p><b>Carga rígida :</b>  <math display="block">s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})</math></p> </div>																																																		

"Haciendo la diferencia con excelencia"

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

#### 9.4 Factores de seguridad directos según NSR-10 H-2-4-3

Tabla 16 Factores de seguridad mínimos directos

Condición	$F_{SBM}$		$F_{SBUM}$	
	Diseño	Construcción	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Carga Viva Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	1.25	1.10	1.40	1.15
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo estático	1.10	1.00 (*)	No se permite	No se permite
Taludes – Condición Estática y Agua Subterránea Normal	1.50	1.25	1.80	1.40
Taludes – Condición Seudo-estática con Agua Subterránea Normal y Coeficiente Sísmico de Diseño	1.05	1.00 (*)	No se permite	No se permite

(\*) Nota: Los parámetros sísmicos seudo estáticos de Construcción serán el 50% de los de Diseño

Para el caso se tiene que:

$FS = \text{Esfuerzo cortante último} / \text{Esfuerzo cortante actuante}$


Según la modelación estructural los esfuerzos cortantes actuantes son derivados del análisis estructural inicial.

#### 10. ANALISIS DE LICUACION DE LOS SUELOS

La licuación ocurre por el aumento súbito de las presiones de poros, ocasionadas por la ocurrencia de un evento sísmico, en particular en zonas localizadas cerca al epicentro. Algunos de los parámetros y escenarios para que se produzca el proceso de licuación son: Depósitos recientes de arena, Arenas finas sueltas, Niveles freáticos, Formación de la edad geológica menos a 10000 años (Holoceno), Depósitos ubicados en canales, ríos llanuras de inundación, depósitos eólicos y rellenos pobremente compactados.

Los efectos destructivos de la licuación pueden tomar muchas formas, entre otras, falla de flujo, corrimiento lateral, oscilación del terreno, pérdida de capacidad portante, asentamientos e incremento en las presiones laterales sobre muros de contención.

Como un primer análisis de licuación, se considera la metodología planteada por el INVIAS en el manual de diseño de cimentaciones superficiales y profundas para carreteras, el cual considera variables de tipo geológico, geotécnico e histórico principalmente como se desarrolla a continuación:

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

- **Historia:** no se conocen informes recientes de sismos ocurridos en el sector.

*Tabla 17 Componente por observación histórica*

OBSERVACIONES HISTÓRICAS DE LICUACIÓN	Cobs
Licuación generalizada	10
Licuación limitada	5
No hubo licuación	1
Desconocido	2.5

Para el componente por sismicidad se adopta un valor de 1.5 teniendo en cuenta que el coeficiente de aceleración pico del suelo modificado por factores de sitio para periodos corto Aa: 0.25

*Tabla 18 Componente por sismicidad histórica*

ÍNDICE DE ACELERACIÓN PICO EN EL PASADO Aa	Csis
0.0 – 0.05	5
0.05 – 0.10	3
0.10 – 0.20	2
0.20 – 0.30	1.5
0.30 – 0.40	1.2
≥0.40	1

- **Geología:** la licuación está asociada al ambiente en el cual se sedimentó el depósito. La formación predominante en la zona de estudio es un depósito de la edad del cretáceo y cuaternario.

*Tabla 19 Componente por calidad de la clasificación geológica*

BASE PARA CLASIFICACIÓN	Ccal
Reconocimiento del sitio por geólogo	1
Reconocimiento del sitio por ingeniero	1.1
Revisión de mapas geológicos	1.2
Estimación	1.5

**Composición:** la composición del depósito junto con el ambiente en el cual se depositó, son aspectos muy importantes que pueden determinar la ocurrencia de la licuación

- **Nivel freático:** el proceso de la licuación involucra el aumento de la presión de poros dentro de un suelo susceptible a dicho fenómeno, por lo tanto un suelo susceptible de licuación deberá ser saturado.

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

Tabla 20 Componente por composición del suelo

Gradación		Forma de la partícula	
Coefficiente de Uniformidad	Cgrad	Coefficiente de uniformidad	Cforma
1-2	1	Redondeada	1
2-3	0.95	Sub redondeada	0.95
3-4	0.9	Sub angular	0.9
4-5	0.85	Angular	0.8
> 5	0.75	Desconocido	1
Desconocido	1		
Contenido de finos		Índice de plasticidad	
Contenido de finos	Cfinos	Índice de plasticidad	Cplas
0-20%	1	0-7	1
20-40%	0.95	7-12	0.95
40-60%	0.9	12-20	0.9
60-80%	0.85	20-30%	0.85
80-100%	0.75	>30%	0.80
Desconocido	1	Desconocido	1
Contenido de agua		Capa impermeable	
Humedad natural	Chum	Presencia capa impermeable	Ccap
w>0.85 LL	1	SI	1.2
0.85 LL ≤ W ≤ 0.85 LL	0.9	NO (arena)	1
W < 0.8 LL	0.8	NO (grava)	0.5
Desconocido	1	Desconocido	1.1
Profundidad del nivel freático		Factor Fnf	
Profundidad del nivel freático	Factor Fnf		
<3	1		
3-6	0.9		
6-10	0.8		
10-15	0.7		
>15	0.6		
Desconocido	1		

"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072		
	<b>INCONTECH SAS</b>			FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1				

FACTOR	COMPONENTES	DESCRIPCION	VALOR
Fhist	Cobs = 2.5 Csis = 1.5	No registra Antecedentes	3.75
Fgeo	Cclas = 2 Ccal = 1.1	Cretáceo Ingeniero	2.2
Fcomp	Cgrad = 1.0 Cforma = 1.0 Cfinos = 1.0 Cplasticidad = 1.0 Chum = 1.0 Ccap = 0.5	>5 Desconocido Alto contenido Media plasticidad Contenidos medios Arcilla	0.5
Fnf	Cnf = 1.0	Desconocido	1.0
	SRF	<i>Factor de susceptibilidad</i>	7.45

Combinación de criterios

Se determina un parámetro de susceptibilidad así:

$$SRF = F_{hist} \times F_{geo} \times F_{comp} \times F_{nf}$$

Dónde:

- ✓ SRF: Factor del grado de susceptibilidad, adimensional (susceptibilidad rating factor)
- ✓ Fhist: Factor de la historia de licuación
- ✓ Fgeo: Factor de la geología
- ✓ Fcomp: Factor de composición
- ✓ Fnf: factor de nivel freático

Caracterización de la susceptibilidad total del sitio por amenaza de licuación (WSDOT, 2008)

SRF	SUSCEPTIBILIDAD DE SITIO
0-5	Muy bajo
5-10	Bajo
10-25	Moderado
25-50	Alto
>50	Muy Alto

De acuerdo a la metodología implementada se obtienen los siguientes resultados:

- El factor de susceptibilidad es de **7.45** lo que indica que el suelo explorado presenta un riesgo bajo de presentar licuación ante sismo.
- El suelo explorado en cada una de las perforaciones no evidencia depósitos recientes de arena saturados, el mayor patrón del suelo es conformado por arcillas de baja compresibilidad, y eventualmente arcillas arenosas que, aunque presentan contenidos de humedad medios a altos, no se identificaron verdaderos niveles freáticos que lleguen a generar escenarios netamente saturados.

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

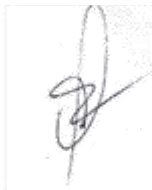
Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			


Debido al riesgo bajo de licuación, no se analizan metodologías racionales netamente cuantitativas como las propuestas por NCEER (2001) y la de IDRIS y BOULANGER (2004), que permiten establecer de acuerdo al factor de seguridad el grado del sismo en el cual se licuaría el suelo.

## 11. CONCLUSIONES

- Se realizó una perforación a 2.5 metros de profundidad en la zona del proyecto.
- El municipio de Villavicencio es catalogado según la NSR-10 como zona sísmica alta.
- La zona de estudio tiene una superficie plana.
- NO se presentó nivel freático en las profundidades realizadas, cabe aclarar que las perforaciones se realizaron en Julio del 2021.
- El factor de susceptibilidad es de 7.45 lo que indica que el suelo explorado presenta un riesgo bajo de presentar licuación ante sismo.
- Se obtuvo un valor de asentamiento de 1.16 cm, aunque para suelos estratificados no hay una teoría única sobre los valores de asentamiento, se determina que si se encuentra inferior a <2.5 cm se encuentra dentro de los asentamientos tolerables de construcción.



**JHON ALEXANDER SALAS BARRETO**  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 25202-093651 CND

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>		FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1			

## 12. ACLARACIONES

- El presente documento cumple los términos de la Norma NSR-10 vigente en el aspecto de estudio geotécnico.
- Nuestras líneas telefónicas de INCONTECH SAS estarán disponibles para cualquier consulta y asesoría en el proceso de diseño.
- Las conclusiones y recomendaciones del presente informe están basadas Exclusivamente en los resultados Puntuales de la investigación del subsuelo y en las características estructurales del proyecto.
- INCONTECH S.A.S aclara que las recomendaciones dadas en este informe son base para analizar si la cimentación existente resiste las nuevas cargas del proyecto, el ingeniero estructural será el encargado de definir si el tipo de cimentación existente soportara las nuevas cargas de la estructura.



**JHON ALEXANDER SALAS BARRETO**  
 Ingeniero Civil  
 M.P. 25202-093651 CND



 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>	FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1		

# ANEXO 1: REGISTRO FOTOGRAFICO



*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659



**INCONTECH SAS**  
Calidad e Innovación

ESTUDIO DE SUELOS

**INCONTECH SAS**

NIT 901376424-1

SIG-OPS-F072

FECHA

20/02/2020

## SONDEO 1



*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659



**INCONTECH SAS**  
Calidad e Innovación

**ESTUDIO DE SUELOS**

**INCONTECH SAS**

NIT 901376424-1

SIG-OPS-F072

FECHA

20/02/2020



*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>	SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>	FECHA	20/02/2020
	NIT 901376424-1		


## ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO SONDEO 1

*“Haciendo la diferencia con excelencia”*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

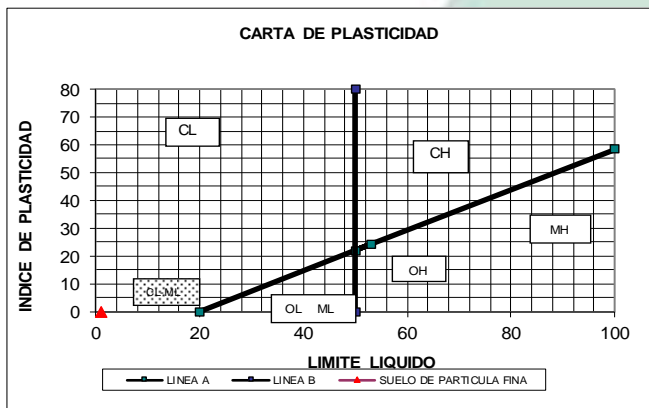
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>			
	NIT 901376424-1		FECHA	20/02/2020

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>INCONTECH SAS</b> NIT: 901376424-1		Codigo:	SGC-PDS-F010
	<b>ENSAYO DE GRADACION-CLASIFICACION</b>		Version:	1
		Fecha:	20/01/2020	
		Pagina:	1 de 1	
OBRA:	INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN	NORMA:	INV-E-123-124/125	
CLIENTE:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS			
LOCALIZACION:	PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META			
DESCRIPCION:	RELLENO GRANULAR DE COLOR CAFÉ CLARO	FECHA INFORME:	22/07/2021	
FECHA RECIBO:	10 de julio de 2021			
SONDEO N°	1			
MUESTRA N°	1			
PROFUNDIDAD(m)	0.00 m A 0.48 m			
OBSERVACIONES:	NINGUNA			

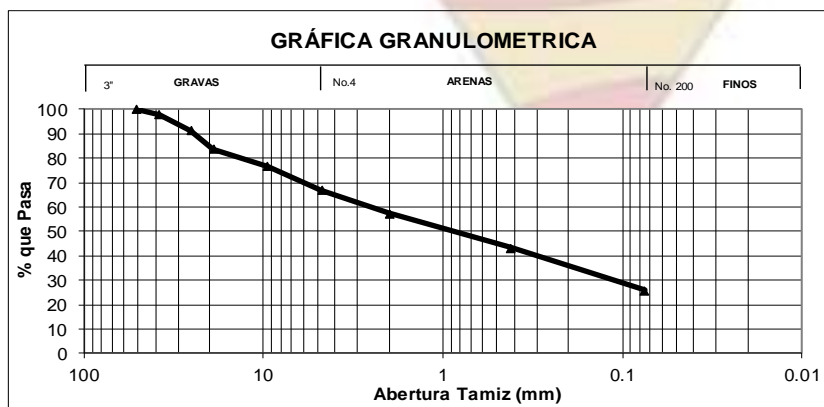
LÍMITE LÍQUIDO		
N° Golpes		
N° Recip.		
P1		
P2		
P3		
W %		

LÍMITE PLÁSTICO		
N° Recip.		11
P1		2514.3
P2		2189.3
P3		194.0
W %		16.3

VALORES		
LÍMITE LIQ	%	NL
LÍMITE PLÁ:	%	NP
INDICE PLA	%	NL - NP
GRAVA	%	33.0
ARENA	%	41.2
FINOS	%	25.8



TAMIZ	PESO RETENI.	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% PASA
3"				
2 1/2"				
2"		-	-	100.0
1 1/2"	44.2	2.2	2.2	97.8
1"	131.3	6.6	8.8	91.2
3/4"	150.8	7.6	16.4	83.6
3/8"	140.4	7.0	23.4	76.6
N° 4	191.9	9.6	33.0	67.0
N° 10	193.2	9.7	42.7	57.3
N° 40	281.5	14.1	56.8	43.2
N° 200	346.4	17.4	74.2	25.8
FONDO	515.6	25.8	100.0	-
SUMAS	1,995.3	100.0		





Muestra seca (gr)	1995.3
Wr Des. Lav. (gr)	1479.7
SUMAS	1995.3
% Error	0.00
% PASA TAMIZ N°200	25.8

D10	
D30	
D60	
Cu	
Cc	

CLASIFICACIÓN	
U.S.C.	SC
I. G.	0
AASHTO	A-2-5

La información aquí reportada pertenece únicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INCONTECH SAS


 <b>LINA GOMEZ</b> COORDINADORA TECNICA	 <b>JUAN ESTEBAN SALAS</b> JEFE DE LABORATORIO
--	---

"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>			
	NIT 901376424-1		FECHA	20/02/2020

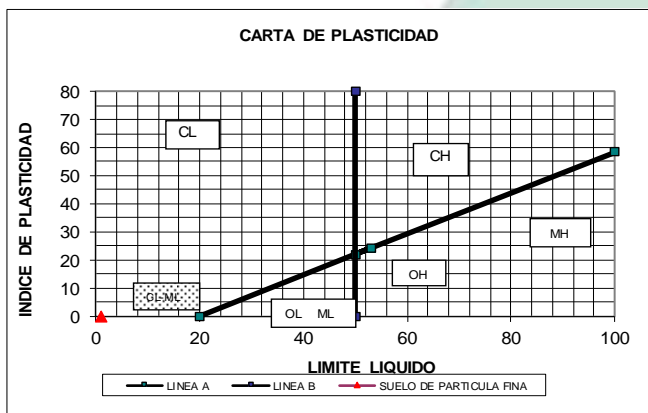
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	INCONTECH SAS NIT: 901376424-1		Codigo:	SGC-PDS-F010
	<b>ENSAYO DE GRADACION-CLASIFICACION</b>		Version:	1
			Fecha:	20/01/2020
			Pagina:	1 de 1

OBRA:	INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN	NORMA:	INV-E-123-124/125
CLIENTE:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		
LOCALIZACION:	PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META		
DESCRIPCION:	GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO	FECHA INFORME:	2021-07-22
FECHA RECIBO:	10 de julio de 2021		
SONDEO N°	1		
MUESTRA N°	2		
PROFUNDIDAD(m)	0.48 m A 0.90 m		
OBSERVACIONES:	NINGUNA		

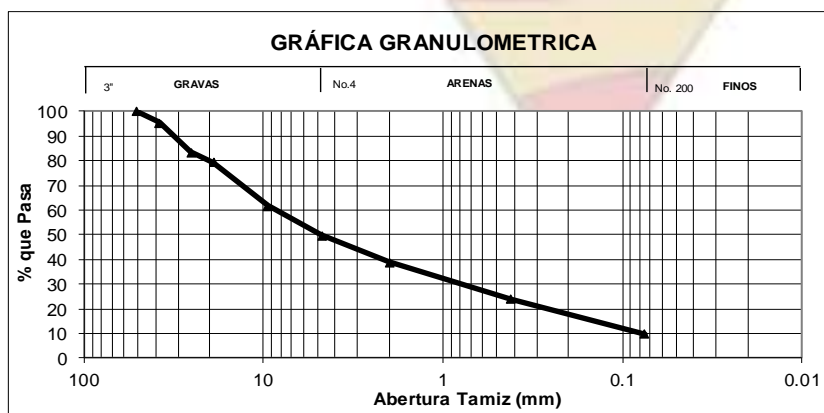
LÍMITE LÍQUIDO			
N° Golpes			
N° Recip.			
P1			
P2			
P3			
W %			

LÍMITE PLÁSTICO		
N° Recip.		13
P1		2528.3
P2		2339.1
P3		195.3
W %		8.8

VALORES		
LÍMITE LIQ	%	NL
LÍMITE PLÁ:	%	NP
INDICE PLA	%	NL - NP
GRAVA	%	50.3
ARENA	%	39.8
FINOS	%	9.8



TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% PASA
3"				
2 1/2"				
2"				100.0
1 1/2"	95.8	4.5	4.5	95.5
1"	162.7	7.6	12.1	83.5
3/4"	186.3	8.7	20.7	79.3
3/8"	374.8	17.5	38.2	61.8
N° 4	259.0	12.1	50.3	49.7
N° 10	232.6	10.8	61.2	38.8
N° 40	316.8	14.8	75.9	24.1
N° 200	304.7	14.2	90.2	9.8
FONDO	211.1	9.8	100.0	-
SUMAS	2,143.8	100.0		



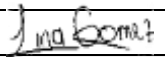

Muestra seca (gr)	2143.8
Wr Des. Lav. (gr)	1932.7
SUMAS	2143.8
% Error	0.00
% PASA TAMIZ N°200	9.8

D10	0.43
D30	2.80
D60	10.90

Cu	25.35
Cc	1.67

CLASIFICACIÓN	
U.S.C.	GW
I. G.	0
AASHTO	A-1-b

La información aquí reportada pertenece únicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INCONTECH SAS


 <b>LINA GOMEZ</b> COORDINADORA TECNICA	 <b>JUAN ESTEBAN SALAS</b> JEFE DE LABORATORIO
--	---


"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>			
	NIT 901376424-1		FECHA	20/02/2020

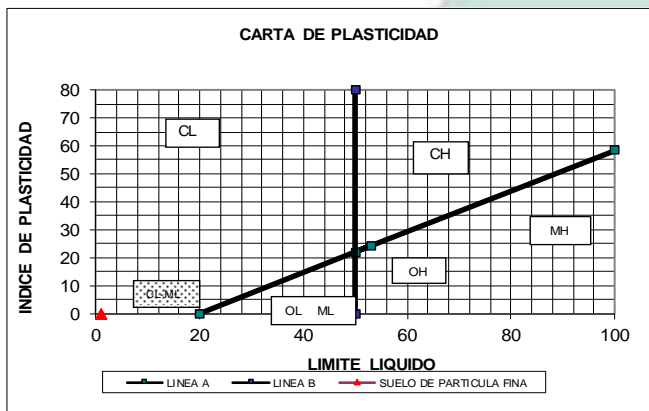
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	INCONTECH SAS NIT: 901376424-1		Codigo: SGC-PDS-F010
	<b>ENSAYO DE GRADACION-CLASIFICACION</b>		Version: 1
			Fecha: 20/01/2020
			Pagina: 1 de 1

OBRA:	INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN	NORMA:	INV-E-123-124/125
CLIENTE:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		
LOCALIZACION:	PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META		
DESCRIPCION:	GRAVA ARENOSA POBREMENTE GRADUADA DE COMPACIDAD DENSA DE MATRIZ ARCILLOSA COLOR CAFÉ OSCURO	FECHA INFORME:	2021-07-22
FECHA RECIBO:	10 de julio de 2021		
SONDEO N°	1		
MUESTRA N°	3		
PROFUNDIDAD(m)	0.90 m A 1.40 m		
OBSERVACIONES:	NINGUNA		

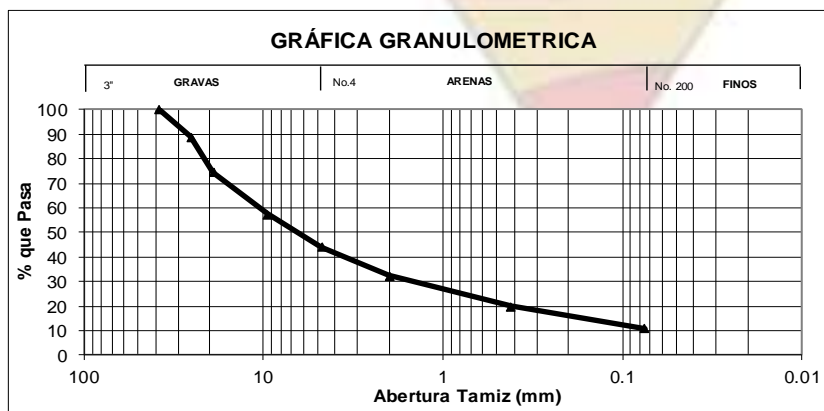
LÍMITE LÍQUIDO			
N° Golpes			
N° Recip.			
P1			
P2			
P3			
W %			

LÍMITE PLÁSTICO			
N° Recip.			W <sub>n</sub>
P1			698.5
P2			660.7
P3			124.1
W %			7.0

VALORES		
LÍMITE LIQ	%	NL
LÍMITE PLA:	%	NP
INDICE PLA	%	NL - NP
GRAVA	%	55.8
ARENA	%	33.2
FINOS	%	11.0



TAMIZ	PESO RETENI.	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% PASA
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"		-	-	100.0
1"	59.8	11.1	11.1	88.9
3/4"	76.8	14.3	25.5	74.5
3/8"	92.5	17.2	42.7	57.3
N° 4	70.3	13.1	55.8	44.2
N° 10	63.5	11.8	67.6	32.4
N° 40	66.4	12.4	80.0	20.0
N° 200	48.5	9.0	89.0	11.0
FONDO	58.8	11.0	100.0	-
SUMAS	536.6	100.0		



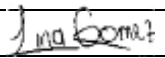
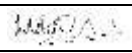
Muestra seca (gr)	536.6
Wr Des. Lav. (gr)	477.8
SUMAS	536.6
% Error	0.00
% PASA TAMIZ N°200	11.0

D10	0.75
D30	2.00
D60	10.10

Cu	13.47
Cc	0.53

CLASIFICACIÓN	
U.S.C.	GP
I. G.	0
AASHTO	A-1-b

La información aquí reportada pertenece únicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INCONTECH SAS


 <b>LINA GOMEZ</b> COORDINADORA TECNICA	 <b>JUAN ESTEBAN SALAS</b> JEFE DE LABORATORIO
--	---


*"Haciendo la diferencia con excelencia"*

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		<b>SIG-OPS-F072</b>	
	<b>INCONTECH SAS</b>			
	NIT 901376424-1		FECHA	20/02/2020

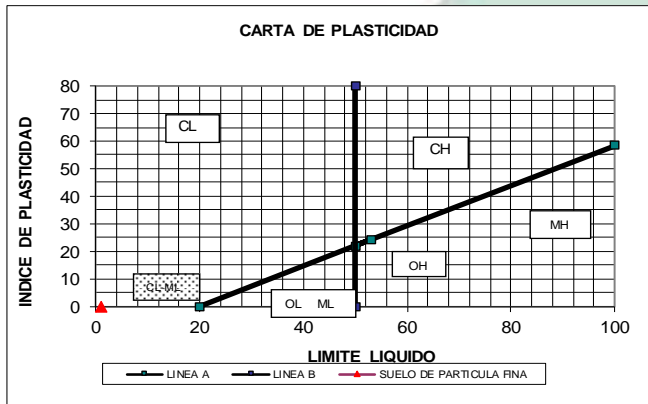
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>INCONTECH SAS</b> NIT: 901376424-1		Codigo: SGC-PDS-F010
	<b>ENSAYO DE GRADACION-CLASIFICACION</b>		Version: 1
			Fecha: 20/01/2020
		Pagina: 1 de 1	

OBRA:	INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN	NORMA:	INV-E-123-124/125
CLIENTE:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		
LOCALIZACION:	PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META		
DESCRIPCION:	GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE COMPACIDAD DENSA DE COLOR CAFÉ OSCURO CON VETAS ROJIZAS	FECHA INFORME:	2021-07-22
FECHA RECIBO:	10 de julio de 2021		
SONDEO N°	1		
MUESTRA N°	4		
PROFUNDIDAD(m)	1.40 m A 2.00 m		
OBSERVACIONES:	NINGUNA		

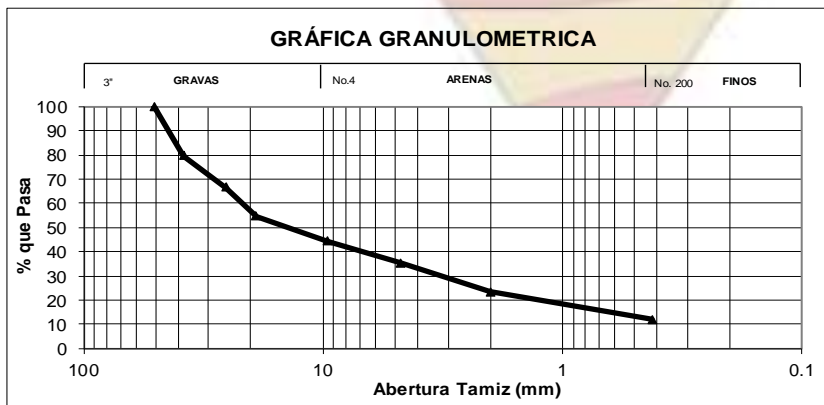
LÍMITE LÍQUIDO			
N° Golpes			
N° Recip.			
P1			
P2			
P3			
W %			

LÍMITE PLÁSTICO			
N° Recip.			W <sub>n</sub>
P1			645.8
P2			603.8
P3			134.3
W %			8.9

VALORES		
LÍMITE LIQ	%	NL
LÍMITE PLÁ	%	NP
INDICE PLA	%	NL - NP
GRAVA	%	55.6
ARENA	%	32.4
FINOS	%	11.9



TAMIZ	PESO RETENI.	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% PASA
3"				
2 1/2"				
2"				100.0
1 1/2"				100.0
1"	95.8	20.4	20.4	79.6
3/4"	60.6	12.9	33.3	66.7
3/8"	56.7	12.1	45.4	54.6
N° 4	48.1	10.2	55.6	44.4
N° 10	42.4	9.0	64.7	35.3
N° 40	55.7	11.9	76.5	23.5
N° 200	54.2	11.5	88.1	11.9
FONDO	56.0	11.9	100.0	-
SUMAS	469.5	100.0		





Muestra seca (gr)	469.5
Wr Des. Lav. (gr)	413.5
SUMAS	469.5
% Error	0.00
% PASA TAMIZ N°200	11.9

D10	0.41
D30	3.50
D60	11.30

Cu	27.56
Cc	2.64

CLASIFICACION	
U.S.C.	GW
I. G.	0
AASHTO	A-1-b

La información aquí reportada pertenece únicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INCONTECH SAS


 <b>LINA GOMEZ</b> COORDINADORA TECNICA	 <b>JUAN ESTEBAN SALAS</b> JEFE DE LABORATORIO
--	---

"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659

 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b>		SIG-OPS-F072	
	<b>INCONTECH SAS</b>			
	NIT 901376424-1		FECHA	20/02/2020

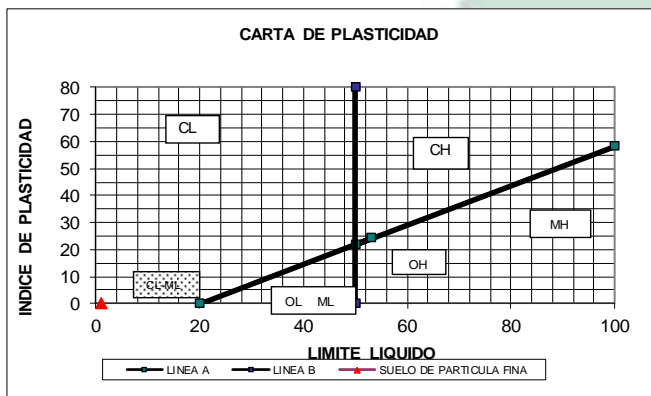
 <b>INCONTECH SAS</b> Calidad e Innovación	<b>INCONTECH SAS</b> NIT: 901376424-1		Codigo:	SGC-PDS-F010
	<b>ENSAYO DE GRADACION-CLASIFICACION</b>		Version:	1
			Fecha:	20/01/2020
			Pagina:	1 de 1

OBRA:	INFORME GEOTECNICO PROYECTO FODEIN	NORMA:	INV-E-123-124/125
CLIENTE:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL UNIVERSIDAD SANTO TOMAS		
LOCALIZACION:	PARQUEADERO BOLIVAR - CENTRO DE VILLAVICENCIO, DEPARTAMENTO DEL META		
DESCRIPCION:	GRAVA ARENOSA BIEN GRADUADA DE COMPACIDAD DENSA DE COLOR CAFÉ OSCURO	FECHA INFORME:	2021-07-22
FECHA RECIBO:	10 de julio de 2021		
SONDEO N°	1		
MUESTRA N°	5		
PROFUNDIDAD(m)	2.00 m A 2.50 m		
OBSERVACIONES:	NINGUNA		

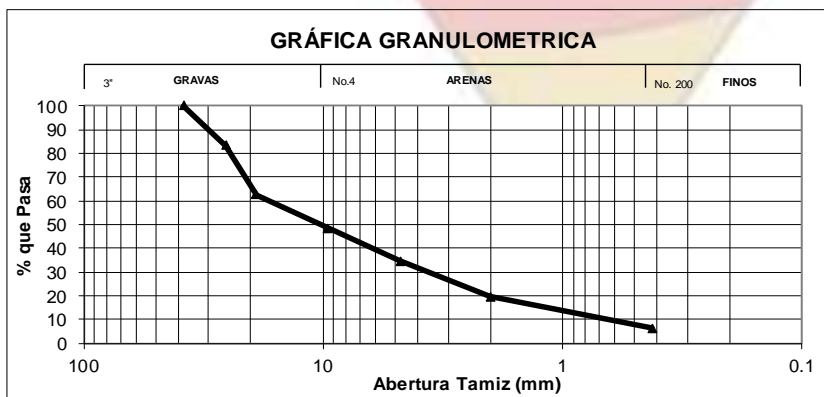
LÍMITE LÍQUIDO			
N° Golpes			
N° Recip.			
P1			
P2			
P3			
W %			

LÍMITE PLÁSTICO		
N° Recip.		Wn
P1		838.6
P2		798.1
P3		140.6
W %		6.2

VALORES		
LÍMITE LIQ	%	NL
LÍMITE PLA	%	NP
INDICE PLA	%	NL - NP
GRAVA	%	51.5
ARENA	%	42.2
FINOS	%	6.3



TAMIZ	PESO RETENI.	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% PASA
3"				
2 1/2"				
2"				
1 1/2"				
1"				100.0
3/4"	110.2	16.8	16.8	83.2
3/8"	135.8	20.7	37.4	62.6
N° 4	92.8	14.1	51.5	48.5
N° 10	91.2	13.9	65.4	34.6
N° 40	99.3	15.1	80.5	19.5
N° 200	87.1	13.2	93.7	6.3
FONDO	41.1	6.3	100.0	-
SUMAS	657.5	100.0		




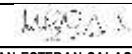
Muestra seca (gr)	657.5
Wr Des. Lav. (gr)	616.4
SUMAS	657.5
% Error	0.00
% PASA TAMIZ N°200	6.3

D10	0.42
D30	3.00
D60	10.50

Cu	25.00
Cc	2.04

CLASIFICACIÓN	
U.S.C.	GW
I. G.	0
AASHTO	A-1-b

La información aquí reportada pertenece únicamente a la muestra analizada y no podrá ser reproducida parcial o totalmente sin la autorización escrita de INCONTECH SAS

 <b>LINA GOMEZ</b> COORDINADORA TECNICA	 <b>JUAN ESTEBAN SALAS</b> JEFE DE LABORATORIO
--	---

"Haciendo la diferencia con excelencia"

Carrera 31b #3ª-11

Email: [Incontechsas@gmail.com](mailto:Incontechsas@gmail.com)

Tel: 3212718824-3017096659