Secretaría de
EDUCACIÓN

GOBERNACIÓN DE
ARAUCA



PROYECTO: "CONSTRUCCION DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCION EDUCATIVA JOSE ACEVEDO Y GOMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

ESTUDIO DE SUELOS



ESTUDIO SUELOS Y GEOTÉCNICO

PROYECTO: "CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

CONTIENE: ESTUDIO DE SUELOS Y GEOTÉCNICO

PRESENTADO A: DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ELABORADO POR: JOAQUÍN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL – ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

LISTA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES 7
2. GENERALIDADES 8
2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8
2.2. ALCANCE DE PROYECTO 8
3. OBJETIVO DEL ESTUDIO 9
3.1. OBJETIVO PRINCIPAL 9
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
4. ESTUDIO GEOLÓGICO 10
4.1. METODOLOGÍA 10
4.2. TRABAJO DE CAMPO 10
4.3. TRABAJO DE OFICINA 10
4.4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN 11
4.4.1. Información geológica 11
4.4.2. Visitas de campo 12
4.4.3. Sondeos realizados 12
4.4.4. Procesamiento de la información 13
4.5. GEOLOGÍA REGIONAL 13
4.5.1. Geomorfología 14
4.5.2. Fisiografía 15
4.5.3. Estratigrafía 17
4.5.4. Geología estructural 19
4.6. AMENAZAS NATURALES 21
4.6.1. Amenaza por inundación 22
4.6.2. Amenaza por socavación de cauces 22
4.6.3. Amenaza por actividad sísmica 24
5. ESTUDIO GEOTÉCNICO 26
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS 26
5.1.1. El subsuelo 26
5.1.2. Nivel de aguas freáticas 31

5.1.3. Clasificación del suelo guía de trabajo seguro en excavaciones 31
5.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUBSUELO 32
5.2.1. Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT 32
5.2.2. Parámetros a partir del ensayo de compresión inconfinada 34
5.2.3. Módulo de elasticidad 35
5.3. ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS 36
5.3.1. Perfil de los suelos 36
5.3.2. Clasificación de la amenaza sísmica 37
5.3.3. Determinación de parámetros sísmicos 38
5.3.4. Análisis de licuación de los suelos 38
5.4. CAPACIDAD PORTANTE 39
5.4.1. Generalidades 39
5.4.2. Nivel y sistema de cimentación 39
5.4.3. Cimentación superficial 40
5.4.4. Cálculo de capacidad portante 40
5.5. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LAS OBRAS PROYECTADAS 43
5.5.1. Metodología para el cálculo de asentamientos 44
5.5.2. Selección de la alternativa de cimentación más favorable 46
5.5.3. Excavaciones para cimentación 47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 48
6.1. RECOMENDACIONES GENERALES DE CIMENTACIONES 49
7. ANEXOS 53
7.1. ANEXO 1. REGISTRO DE SONDEOS EXPLORATORIOS 54
7.1. ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO 58
7.2. ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN GEOTECNISTA 90

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Localización de los sondeos exploratorios 12
Tabla 2. Resultado de ensayos de laboratorio subsuelo de fundación 28
Tabla 3. Criterios de clasificación según el número de golpes del ensayo de penetración estándar NSPT 30
Tabla 4. Número de golpes/pie N_{campo} 30
Tabla 5. Clasificación de suelo expansivos según NSR-10 31
Tabla 6. Clasificación potencial de expansión para los valores máximos encontrados en todos los sondeos ejecutados 31
Tabla 7. Tipos de suelos 32
Tabla 8. Resumen parámetros de resistencia a partir del ensayo de SPT 34
Tabla 9. Parámetros de resistencia a la compresión inconfinada 35
Tabla 10. Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young Es en diferentes tipos de suelo a partir del ensayo de SPT. 35
Tabla 11. Módulo de Young estimado para los suelos encontrados 36
Tabla 12. Valores Típicos del Módulo de elasticidad (E) 36
Tabla 13. Promedio de SPT a lo largo de las exploraciones. 36
Tabla 14. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E .37
Tabla 15. Parámetros sísmicos 38
Tabla 16. Capacidad portante admisible 42
Tabla 17. Asentamientos diferenciales máximos, NSR-10 43
Tabla 19. Asentamiento total admisible 44

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización específica del proyecto 8
Imagen 2. Localización y vías de acceso, Plancha 124 - Arauquita 11
Imagen 3. Localización de los sondeos exploratorios 13
Imagen 4. Mapa de suelos de la Plancha 124 -Arauquita 14
Imagen 5. Mapa de cuencas hidrográficas Departamento de Arauca 16
Imagen 6. Mapa geológico Plancha 124-Arauquita 18
Imagen 7. Rasgos morfotectónicos del Paleozoico. 20
Imagen 8. Zonas de erosión activa 23
Imagen 9. Zonificación de la amenaza sísmica en el departamento de Arauca y la Plancha 124 24
Imagen 10. Mapa de amenaza sísmica de Colombia 37
Imagen 11. Modelo geométrico de la cimentación 44
Imagen 12. Perfil del suelo debajo de la cimentación 45
Imagen 13. Generación de la malla de cimentación 45
Imagen 14. Malla deformada de cimentación 46
Imagen 15. Solución de cimentación con dado en concreto ciclópeo 50
Imagen 16. Detalle de protección de cimiento con geomembrana 51
Imagen 17. Detalle cimentación muro de cerramiento 52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Perfiles de suelo encontrado en los sondeos de SPT 27
Gráfico 2. Curvas de número de golpes N en el ensayo de SPT 29

1. ANTECEDENTES

Arauca está localizado entre los 06°, 02' 40" Y 07° 06' 13" la latitud norte y los 69° 25' 54" y 72° 22' 23" de longitud oeste, en la región norte de la Orinoquia colombiana. Limita al norte, noreste y al noroeste con la república de Venezuela, al oeste con el departamento de Boyacá, al sur y suroeste con el departamento de Casanare y al sureste con el departamento de Vichada.

Su territorio ocupa una superficie de 23.818 km², predominantemente compuesta por llanuras, lo que representa el 2.1% del territorio nacional. El territorio está dividido en tres regiones fisiográficas: la primera la constituye la parte montañosa este de la cordillera Oriental, el piedemonte llanero y la llanura aluvial del Orinoco.

La calidad en el servicio educativo es un aspecto fundamental para el desarrollo social y económico de una región. En el departamento de Arauca, al igual que en el resto del país, la educación es una herramienta clave para el progreso y la transformación de la sociedad. La implementación de políticas y estrategias que garanticen una educación de calidad es crucial para mejorar las oportunidades y el bienestar de la población.

En Arauca, la educación es un desafío constante debido a factores como la dispersión geográfica de la población y el conflicto interno que tiene el país y particularmente el departamento de Arauca a lo largo de su historia. Por ello, es necesario fortalecer la calidad del servicio educativo para asegurar que todos los niños, niñas y adolescentes tengan acceso a una educación pertinente, inclusiva y de calidad, independientemente de su ubicación geográfica o situación socioeconómica.

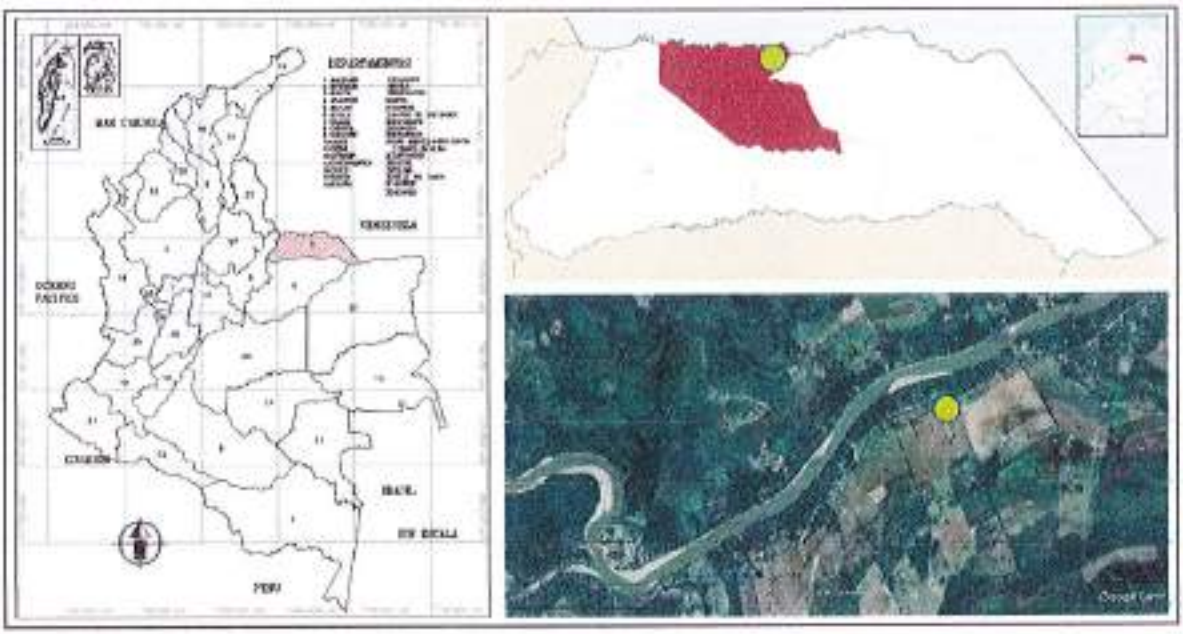
El proyecto de CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA, permitirá mejorar la infraestructura física para la educación básica, cumpliendo los requisitos, estándares de calidad y de habilitación para atender a la población escolar.

2. GENERALIDADES

2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

La ejecución del proyecto tiene lugar en la zona rural del municipio de Arauquita, ubicado en el departamento de Arauca, Colombia. Específicamente en la vereda La Arenosa en las coordenadas 6°57'38.06"N-71° 9'52.71"O.

Imagen 1. Localización específica del proyecto



Fuente: Elaboración propia

2.2. ALCANCE DE PROYECTO

El alcance del proyecto comprende la elaboración de estudios y diseños para la para la CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

Los estudios abarcarán diversos componentes esenciales para la planificación y diseño del proyecto. Estos incluirán el estudio de suelos y geotécnico, diseño arquitectónico, estructural eléctrico, hidrosanitario, elaboración de presupuestos, análisis de precios unitarios, programa de obra y memorias de cantidades de obra.

3. OBJETIVO DEL ESTUDIO

3.1. OBJETIVO PRINCIPAL

Realizar el estudio de suelos y análisis geotécnico para la CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir las características principales del área de estudio.
- Describir el estado geomorfológico, geológico, estratigráfico y sísmico presente en el área de influencia del proyecto.
- Caracterizar el estado actual en campo de los suelos.
- Determinar las características físicas del material del subsuelo.
- Determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación.
- Generar recomendaciones de diseño y construcción de la cimentación.

4. ESTUDIO GEOLÓGICO

En el presente capitulo se describirá el estado geomorfológico, geológico, estratigráfico y sísmico presente en el área de influencia del proyecto, de acuerdo a los aspectos litoestratigráficos de las rocas presentes evaluadas por visitas de campo y recopilación de estudios anteriores, se definirán las unidades geológicas y sus miembros correspondientes al área de influencia del proyecto.

4.1. METODOLOGÍA

Para la elaboración de este estudio se tuvo en cuenta el estado del arte de los estudios de la zona a nivel local y regional, y lo contemplado la plancha 124 del servicio geológico colombiano y el esquema de ordenamiento territorial del municipio.

Para los aspectos de la Geología aplicada a la ingeniería se tuvo en cuenta la cartografía y caracterización geológica, geotécnica y geomorfológica de detalle de las calles en estudio.

4.2. TRABAJO DE CAMPO

- Recopilación y búsqueda de estudios anteriores de fuentes geográficas como el IGAC y estudios locales y regionales de la zona como los realizados por servicio geológico colombiano y el esquema de ordenamiento territorial municipal.
- Visita de campo para lograr la identificación de las unidades geológicas y morfológicas presentes a lo largo del área de estudio.
- Levantamiento cartográfico de todos elementos geológicos.

4.3. TRABAJO DE OFICINA

- Análisis de la información tanto secundaria como la recolectada en los reconocimientos de campo, los cuales conforman los elementos temáticos básicos de la geología y geomorfología aplicadas a la Ingeniería.
- Elaboración del informe temático respectivo del área de influencia directa del estudio.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.4. RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN

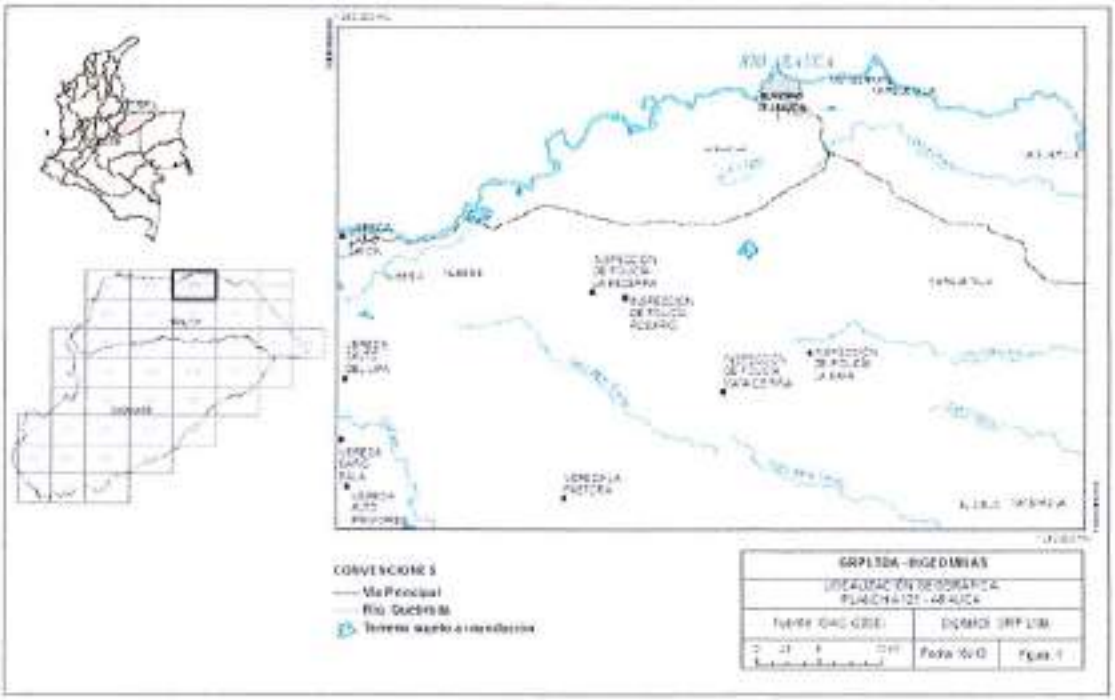
La obtención de datos geológicos en el presente estudio se desarrolló en cuatro fases:

- Información Geológica.
- Obtención de la información primaria en las diferentes visitas realizadas en campo.
- Apiques y sondeos realizados en el sitio del proyecto.
- Procesamiento de información conseguida en campo y posterior redacción del informe final.

4.4.1. Información geológica

Se consultaron los siguientes documentos: Cartografía Geológica Escala 1:100.000 de la Plancha 124-Arauquita del Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS (2010). Mapa Geológico de Departamento de Arauca, ASONOP, 2014.

Imagen 2. Localización y vías de acceso, Plancha 124 - Arauquita



Fuente: Servicio Geológico Colombiano

4.4.2. Visitas de campo

El reconocimiento preliminar se inicia con un recorrido general de la zona de estudio, para familiarizarse con los paisajes, las coberturas y los usos de los suelos. El conocimiento previo de la zona adicionalmente permite realizar, modificar, trasladar y/o aumentar las áreas piloto o los transeptos, mejorar la estrategia y ajustar el cronograma de actividades, realizar algunas observaciones sobre los suelos, el clima, la geología, la vegetación, la geomorfología, el uso y el manejo de las tierras, conocer la infraestructura y registrar datos clave para la programación del trabajo de campo.

En la fase de campo se realizó una inspección del lote, registrando evidencias de procesos morfo dinámicas actuales y geo formas, asociando la información a lo registrado en los documentos previos

4.4.3. Sondeos realizados

En la exploración se realizaron 3 sondeos repartidos a criterio del consultor según el área del lote objeto del proyecto, contemplando criterios como cambio de estratificación del suelo haciendo depuración y selección del muestreo, las muestras extraídas fueron analizados en laboratorio con el fin de determinar la litología y los parámetros geotécnicos de la zona.

En la Tabla 1 e Imagen 3 se muestra la localización geográfica de los sondeos realizados.

Tabla 1. Localización de los sondeos exploratorios

Apique	Ubicación			Prof.	N.F.
	Sector	Latitud N	Longitud W		
S-01	Sector camerinos	6°57'37.89"N	-71° 9'50.83"O	6.00	0.90
S-02	Cerramiento perimetral	6°57'37.21"N	-71° 9'50.17"O	6.00	0.90
S-03	Área administrativa	6°57'37.78"N	-71° 9'49.78"O	6.00	0.90

Fuente: Elaboración propia

Imagen 3. Localización de los sondeos exploratorios



Fuente: Google Earth -Elaboración propia, Fecha de imagen: 1/28/2024

4.4.4. Procesamiento de la información

Los datos obtenidos en campo fueron correlacionados con la información secundaria existente con el fin de determinar unidades geológicas y geomorfológicas presentes en la zona y definir las características físicas más relevantes del terreno objeto de estudio.

4.5. GEOLOGÍA REGIONAL

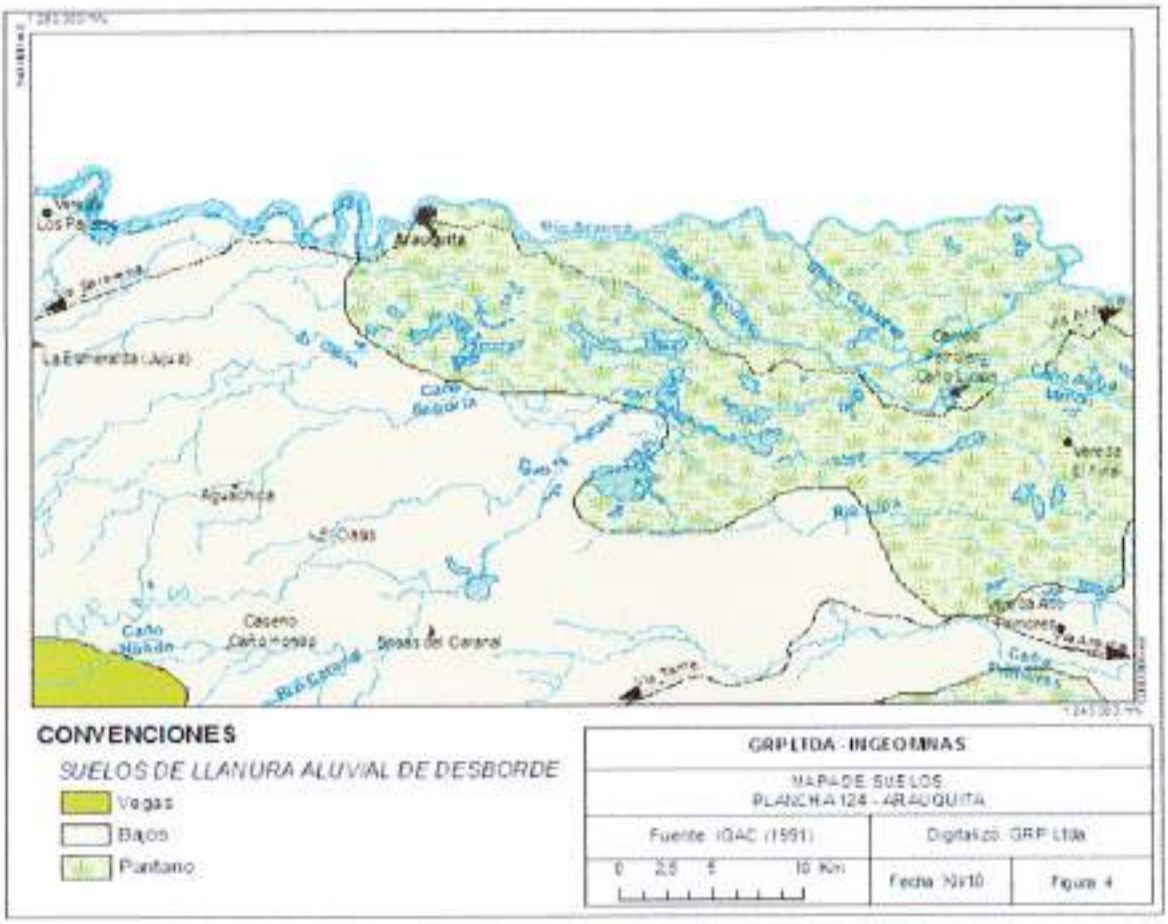
El marco geológico regional se elaboró teniendo como fundamento el mapa geológico del EOT del Municipio de Arauquita y la plancha geológica 124 del Servicio Geológico Colombiano, correspondientes al municipio de Arauquita.

El Municipio de Arauquita se encuentra localizado a la margen derecha del Río Arauca en el sector norte y centro del departamento de Arauca representa uno de los paisajes más complejos en términos de su biodiversidad, de su conformación fisiográfica, de sus procesos culturales y de su dinámica de poblamiento.

4.5.1. Geomorfología

La zona de estudio se encuentra en el cuadrante D-10 de la Plancha 124 – Arauquita de la Cartografía Geológica del Servicio Geológico Colombiano.

Imagen 4. Mapa de suelos de la Plancha 124 -Arauquita



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

La geomorfología en la zona de estudio se caracteriza por ser una llanura aluvial de desborde, la cual hace parte de la Orinoquia de los valles aluviales. La génesis de este paisaje tiene su origen en los procesos geomorfológicos de la Orinoquia mal drenada cuyo modelado corresponde a la dinámica del rio Arauca que debido a su forma meándrica divagan a lo largo de la llanura formando numerosos caños, producto del continuo aporte de sedimentos.

Presenta un paisaje de relieve plano en los lados del cauce, que están constituido por sedimentos blandos de origen Fluvio deltaico del pleistoceno y Holoceno.

Partiendo de que el drenaje natural se entiende por la rapidez y grado con que el agua es removida, en relación con adiciones, especialmente por escurrimiento superficial o por movimientos de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos. El drenaje natural del Ponteadero está ubicado sobre zonas moderadas a imperfectamente drenadas las cuales se caracterizan por hacer parte del sistema del drenaje de la llanura aluvial de desborde, presenta pendientes menores al 3%. El agua es evacuada con alguna lentitud y los suelos permanecen húmedos por periodos cortos.

La cantidad y características de los sedimentos dependen principalmente de la geología; especialmente de la litología, estructura y meteorización. Algunos materiales como las rocas altamente fracturadas y poco meteorizadas permiten la formación de cauces de bloques de gran tamaño. Los ríos que se encuentran sobre materiales que son muy erosionables son más propensos a genera erosión. Para el caso de la zona de estudio los materiales han sido depositados recientemente y para el caso de esta cuenca los efectos de los sedimentos sobre la morfología fluvial, están controlados por la producción y erodabilidad de los materiales.

La mayoría de los suelos en esta parte de los Llanos Orientales se derivan de sedimentos limo – arcillosos recientes de origen aluvial, caracterizados por alto contenido de hierro y aluminio y la pérdida por lixiviación de minerales básicos esenciales debido al exceso de humedad durante la época de lluvias (IGAG, 1986). En consecuencia, los suelos presentan un alto grado de acidez con el desarrollo frecuente de lateritas debido a la alternancia entre el estancamiento de las aguas y la desecación del suelo (IGAG, 1999).

En la plancha 124 se desarrollan suelos de llanura aluvial de desborde los cuales corresponden a la categoría de suelos bajos ácidos compuestos por sedimentos finos, una gran parte de estos terrenos permanecen inundados la mayor parte del año, a excepción de un pequeño sector al sur occidente del área. Se distribuyen especialmente en la pobre (IGAC, 1999).

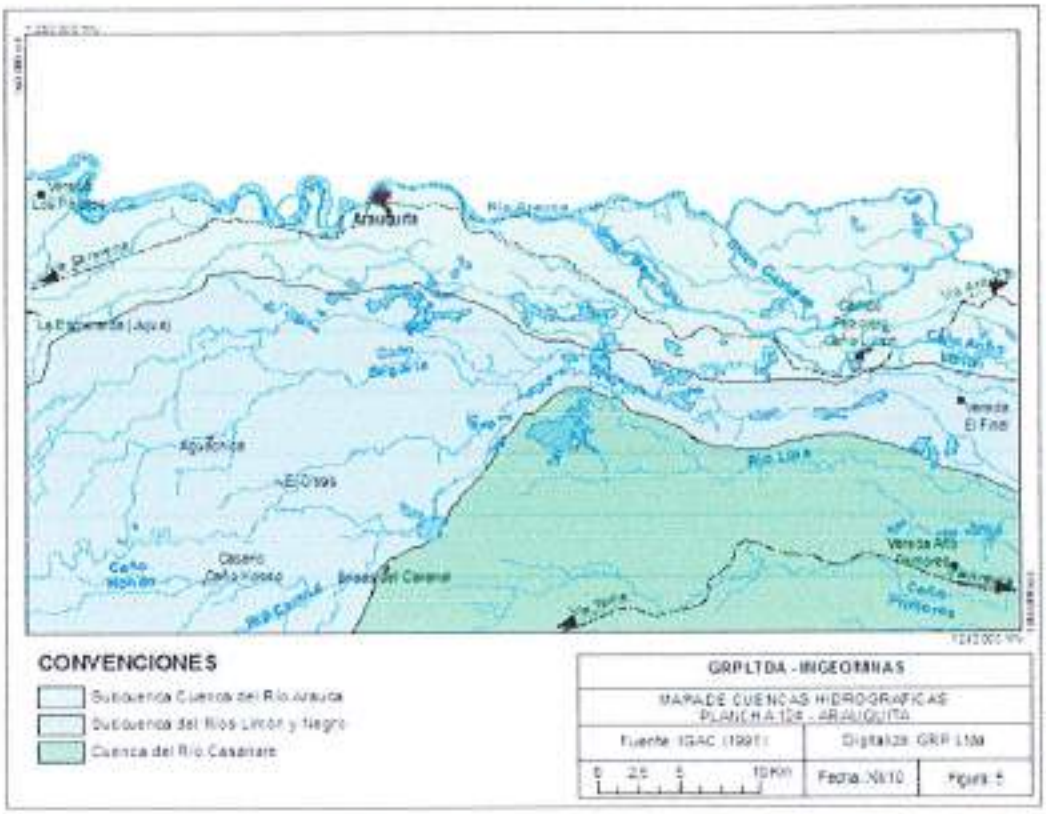
El uso principal del suelo rural es de ganadería extensiva, seguido de explotaciones agrícolas de plátano, cacao, arroz, y yuca en orden de importancia, que en su mayoría abastecen el consumo local

4.5.2. Fisiografía

Geográficamente la región pertenece de acuerdo con la clasificación fisiográfica de Villota (1997) a la peneplanicie de la Orinoquia, la cual tiene rasgos geomorfológicos propios. La principal característica es una llanura formada por depósitos aluviales recientes de desborde, originada por la presencia de ríos

meándricos, los cuales se caracterizan por la elevada carga de sedimentos que transportan en suspensión, los más comunes son finos y ocasionalmente gruesos hasta tamaño grava, los caudales de estos ríos fluctúan ampliamente entre periodos secos y lluviosos, desbordándose en invierno. Los sedimentos más comunes varían de arenas gruesas depositadas cerca al río, en diques laterales o de desborde a arenas finas depositadas en una franja transicional denominada napa (IGAC, 1999). A mayor distancia del río, se depositan materiales finos (limos y arcillas), en una región amplia y cóncava de la llanura denominada basin (IGAC, 1999).

Imagen 5. Mapa de cuencas hidrográficas Departamento de Arauca



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

Dentro de la llanura de inundación cabe destacar una región hacia la parte central de la plancha donde dominan los pantanos permanentes o humedales, que constituyen un ecosistema sensible por el carácter singular de fauna y flora que albergan.

La formación orográfica más destacada es la Sierra Nevada del Cocuy, la cual tiene entre sus accidentes más notables los cerros de la Plaza, La Piedra, El Diamante, Los Altos, Nievecitas y Los osos y las cuchillas Altamira y el Salitre.

El área del piedemonte está conformada por conos, abanicos aluviales y terrazas de relieve plano a inclinado, cubierta de vegetación de sabana y bosque ecuatorial; por último, la llanura aluvial que se extiende desde el piedemonte hasta los límites con Venezuela; el modelado es de terrazas y llanuras aluviales de desborde cubierta por vegetación de sabana inundable y por bosque de galería en las vegas de los ríos y caños del Sarare.

4.5.3. Estratigrafía

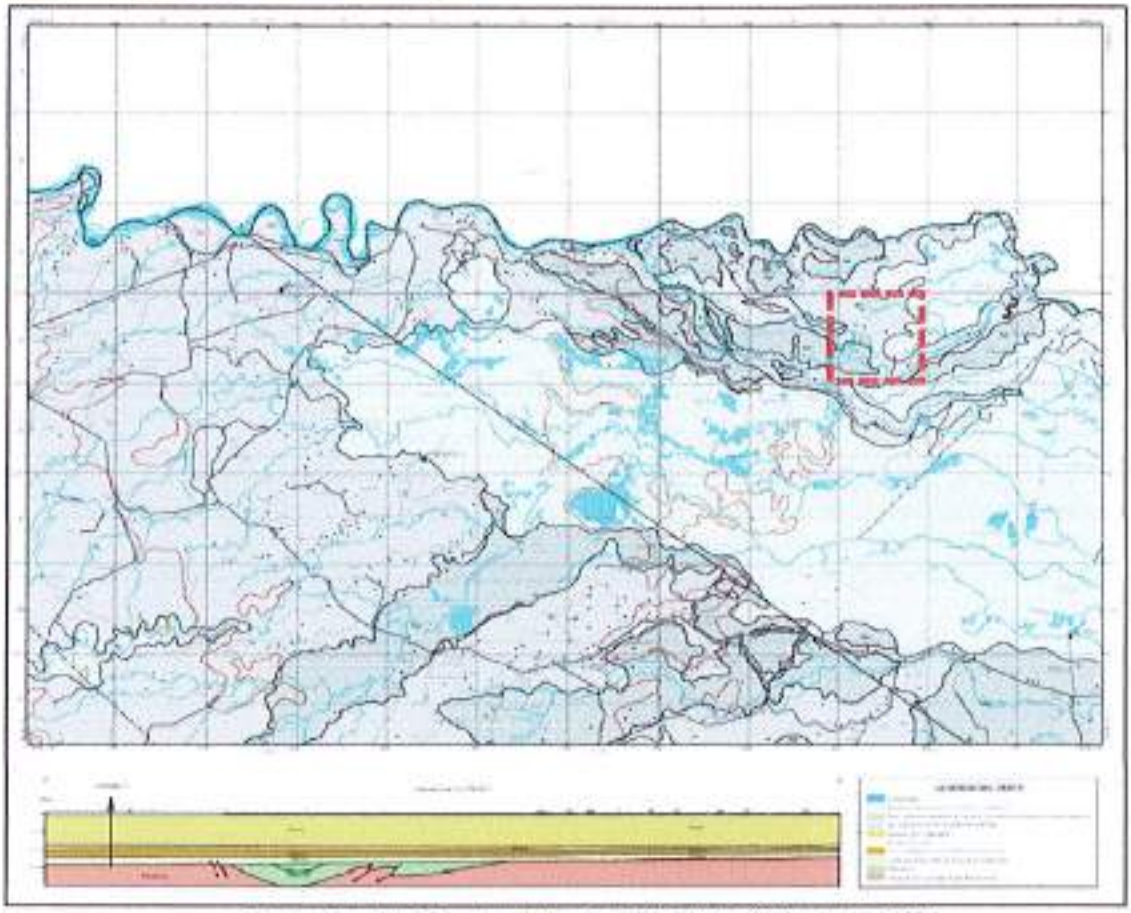
En el cuadrante D-10 (zona de estudio) afloran depósitos cuaternarios con morfología completamente plana, donde en la zona de estudio se distinguen los Depósitos Aluviales en Planicies Extensas (Qa).

Depósitos aluviales en planicies extensas (Qa): Los depósitos aluviales en planicies extensas son zonas en las cuales es posible apreciar una topografía no solamente plana, sino también de superficie lisa, fácilmente diferenciable en las aerofotografías, sin mayores rasgos superficiales aluviales, de depositación o cambios de permeabilidad. Las planicies aluviales contienen acumulaciones de materiales transportados por los ríos que nacen en la Cordillera Oriental y ocasionalmente muestran una morfología de bajos, diques laterales y antiguos cauces ya colmatados.

Se trata de una unidad morfológica que exhibe un relieve casi plano a ligeramente ondulado con ocasionales zonas bajas de sustratos arcillosos (encharcables), cubiertas generalmente de pastos y zonas más altas (bancos o diques), conformadas por arenas o lodos arenosos con cobertura de pastos y rastrojos bajos. Este relieve responde a geoformas ligeramente onduladas, donde las partes bajas o depresiones corresponden a basines y las partes altas a diques. Tal como se observa en las veredas Canciones y Puerto Nidia, en donde los basines están inundados y separados por altos.

Los depósitos aluviales en planicies extensas están conformados por sedimentos finos, en lo fundamental arenas muy finas, limos y arcillas que conforman el horizonte C, sobre las que se desarrolla un horizonte A de suelo orgánico inmaduro con espesores variables entre 0.2 y 0.5 m.

Imagen 6. Mapa geológico Plancha 124-Arauquita



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

En los sectores altos, el horizonte C está compuesto por arenas de cuarzo (armazón de cuarzo > 90%), de granos subangulares, bien seleccionadas, con matriz de lodo entre el 10 y el 40%, con geometría interna laminada plano-paralela (Figura 19). El color es predominantemente gris claro (N7), abigarrado con colores pardo claros y pardo moderados (5YR5/6 – 5YR4/4), en algunos sectores, estas arenas desarrollan un horizonte A orgánico inmaduro con espesor menor a 0,5 m, de color pardo amarillo oscuro (10YR4/2) a gris oliva claro (5Y5/2).

El origen de estos depósitos es de planicie aluvial, asociada lateralmente a un ambiente fluvial meándrico, el material se deriva de intensos procesos de denudación en la Cordillera Oriental y a los aportes por la acción de la dinámica fluvial en los depósitos del Piedemonte Llanero. Estos eventos generaron conos aluviales con depósitos de bloques y gravas, tal como se observa en los grandes abanicos de Yopal y Tame en su parte proximal (por fuera de esta plancha) y

depósitos de arenas y limos en la parte distal que conforman esta llanura aluvial. Tal como se evidencia en las descripciones anteriores, se trata de depósitos que no se encuentran afectados directamente por ciclos de depositación y erosión de los cauces actuales del rio Arauca y sus tributarios.

4.5.4. Geología estructural

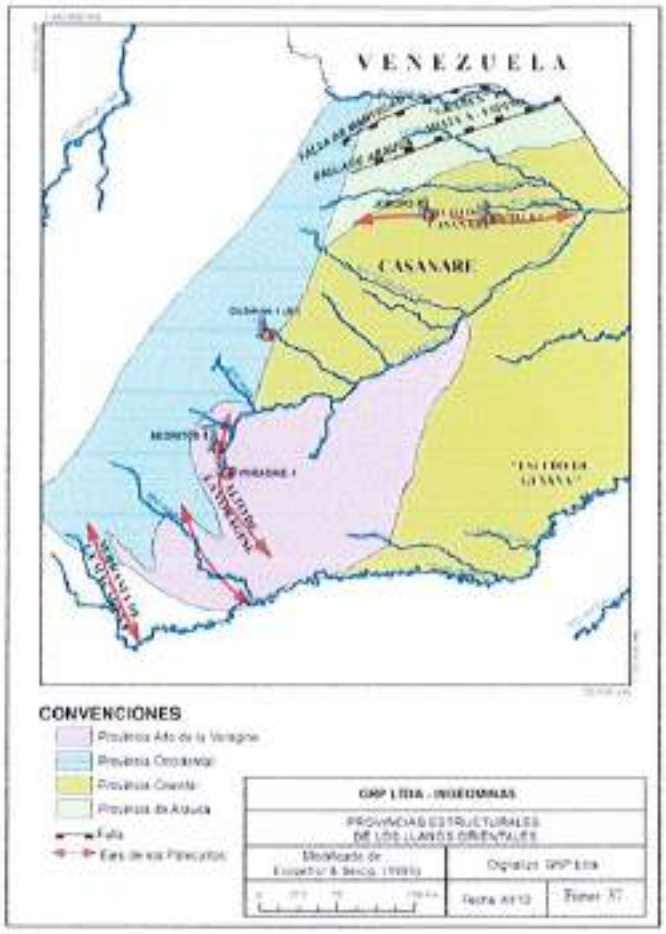
La cuenca de los Llanos Orientales ha estado sometida por lo menos a dos episodios orogénicos desde el Paleozoico que dieron lugar a dos unidades estructurales, el primero de origen Hercínico, involucra las formaciones paleozoicas, donde se evidencia una tectónica de inversión y el segundo de origen Andino, envuelve las formaciones meso-cenozoicas, donde predomina la inversión parcial de las fallas normales (Ecopetrol & Beicip, 1995). Estos dos eventos o unidades estructurales afectan las provincias de Arauca y Casanare al norte, Meta al sur, Vichada al este y Piedemonte al oeste. El estilo de las provincias estructurales en los Llanos Orientales está definido por características de la *cobertera, la cual es paleozoica-mesocenozoica ó precámbrico-mesocenozoica.*

Unidad Paleozoica: Esta unidad fue definida por estudios magnetométricos, levantamientos sísmicos y perforación de pozos realizados en la cuenca. Las características y geometría de las estructuras permiten diferenciar tres provincias estructurales, la Occidental, la Oriental y Arauca.

La provincia Occidental localizada en la margen este de la actual cuenca de los Llanos Orientales, se exhibe una reactivación del fallamiento normal pre-existente y un posterior plegamiento y erosión de las formaciones paleozoicas durante la Orogenia Hercínica. Este evento orogénico configuro una discordancia angular entre las formaciones paleozoicas y mesozoicas. La reactivación durante el Paleógeno-Neógeno de estas estructuras pre-mesozoicas en algunos sectores de la cuenca, alcanzó horizontes estratigráficos del Oligoceno de la Formación Carbonera.

La provincia Oriental – Casanare – Vichada, se caracteriza por una notoria relación paraconcordante entre las unidades del Paleozoico y del Cretáceo-Paleogeno, que pone en evidencia la existencia de una plataforma relativamente estable desde Paleozoico en esta parte de la cuenca. Por otro lado, la secuencia sedimentaria está afectada por fallamiento normal de dirección N-S o SW-NE (Ecopetrol & Beicip, 1995) que involucra al basamento. Esta provincia se caracteriza por la presencia del graben de Arauca-Espino, estructura de dirección NE-SW, delimitada al norte por la zona de Falla de Mantecal-La Yuca.

Imagen 7. Rasgos morfotectónicos del Paleozoico.



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

Otra de las caracteristicas estructurales del graben, es la relación angular entre la secuencia paleozoica y mesozoica, por la formación de pliegues originados por fallas inversas en el Paleozoico. En general estas estructuras corresponden a fallas normales invertidas.

En el sector suroeste de la cuenca, se presenta una anomalia gravimétrica positiva de rumbo N-S que corresponde al llamado *Alto de Vorágine*, constituido por rocas del Paleozoico, las cuales afloran o se encuentra cerca a la superficie (Grateról, 2009). El Alto de Vorágine se relaciona a un fallamiento normal pre- mesozoico causante de un pilar estructural o área emergida la cual controló la depositación de las unidades cretácicas. Por otro lado, es manifiesta la relación discordante entre el Paleozoico y el Cenozoico, dada por el intenso plegamiento y fallamiento de la secuencia paleozoica debido a eventos asociados a la orogenia Hercinica.

Unidad Mesozoico-Cenozoica: En esta unidad no se separan provincias como en el Paleozoico, ya que es una estructura homoclinal con rumbo NE-SW, inclinada hacia el NW, con una variación entre uno y cinco grados de este a oeste. El rasgo estructural de mayor relevancia corresponde al fallamiento *normal.*

En la plataforma del Casanare se presenta un fallamiento de naturaleza normal que involucra el basamento cristalino y alcanza unidades superiores del Cretáceo y Paleógeno con dos tendencias principales, una N-S y otra SW-NE (Ecopetrol & Beicip, 1995). En general son de dos tipos sintéticas y antitéticas, pero con un claro dominio de las de tipo antitético. El fallamiento de tipo normal presente en la plataforma del Casanare, en especial el antitético, probablemente es respuesta a la flexura que sufre la cuenca hacia el occidente, debido a la carga tectónica ejercida por la Cordillera Oriental relacionada a cabalgamientos con vergencia este en el piedemonte oriental de la Cordillera Oriental. Este fallamiento se *interpreta como fallas de alivio.*

Como característica estructural principal de la plancha 124, tenemos en la parte noroccidental el graben de Arauca. El límite norte del graben está constituido por la zona de falla Mantecal-La Yuca con una dirección predominante NE-SW y una polaridad de rumbo dextral, con desplazamiento vertical de tipo inverso que obedece a una posterior reactivación del fallamiento normal que dio origen al graben (Ecopetrol & Beicip, 1995). *Esto se advierte en las líneas sísmicas REN-86-2095 y CL-CN-81-15.*

En el extremo noroeste de la plancha, la secuencia sedimentaria buza hacia el oeste, con un bajo grado de angularidad entre la secuencia paleozoica y meso – cenozoica y en general con un escaso fallamiento normal de tipo sintético que involucra el basamento y alcanza a afectar sedimentos del terciario (Figura 49, Anexo 3). En la línea sísmica CL-84 62.7, de dirección NW-SE, se observa la secuencia sedimentaria meso – cenozoica con un ligero adelgazamiento de las unidades hacia el este, y un escaso fallamiento normal hacia la parte inferior del Cretáceo. En contraste, la secuencia paleozoica muestra pliegues y fallas inversas relacionadas con un evento hercínico que exhumo las rocas paleozoicas y desarrollo una discordancia angular de carácter regional con las formaciones mesocenozoicas.

4.6. AMENAZAS NATURALES

En toda el área que comprende esta plancha, se presentan tres fenómenos naturales que generan amenazas para la población y la infraestructura, como son

las inundaciones, el socavamiento lateral de los ríos y los sismos. Las inundaciones constituyen un hecho bastante conocido por la población que año tras año en las temporadas lluviosas, es testigo de extensas zonas inundadas originadas por el desborde de los ríos durante varios meses. El carácter plano y la inmadurez del mismo paisaje, hacen sean pocas las zonas no inundables o encharcables en los meses de marzo a noviembre, fenómeno que solamente ha permitido establecer asentamientos humanos en sitios ligeramente más elevados que sus áreas circundantes.

4.6.1. Amenaza por inundación

Tratándose de un territorio exclusivamente llano, donde es difícil encontrar alturas de más de 5 m. sobre el nivel de la planicie aluvial inundable, son muy pocas las zonas que se puedan determinar cómo libres de amenaza por inundación. No es posible tampoco delimitar por métodos hidrológicos las zonas de amenaza por inundación con alguna periodicidad debido a que no se dispone de mapas con curvas de nivel apropiadas para el caso (de 1 a 2 m. de precisión en la vertical).

La convivencia anual con el fenómeno por parte de la población, hace que ella evite por si misma ocupar sitios susceptibles a inundarse con mayor periodicidad, lo que la hace menos vulnerable. Por otra parte, el fenómeno social de desplazamiento de las comunidades por razones de orden público, facilita el proceso de ocupación de tierras por parte de personas no conocedoras de los niveles históricos de inundación, lo que trae como consecuencia su mayor vulnerabilidad ante el fenómeno.

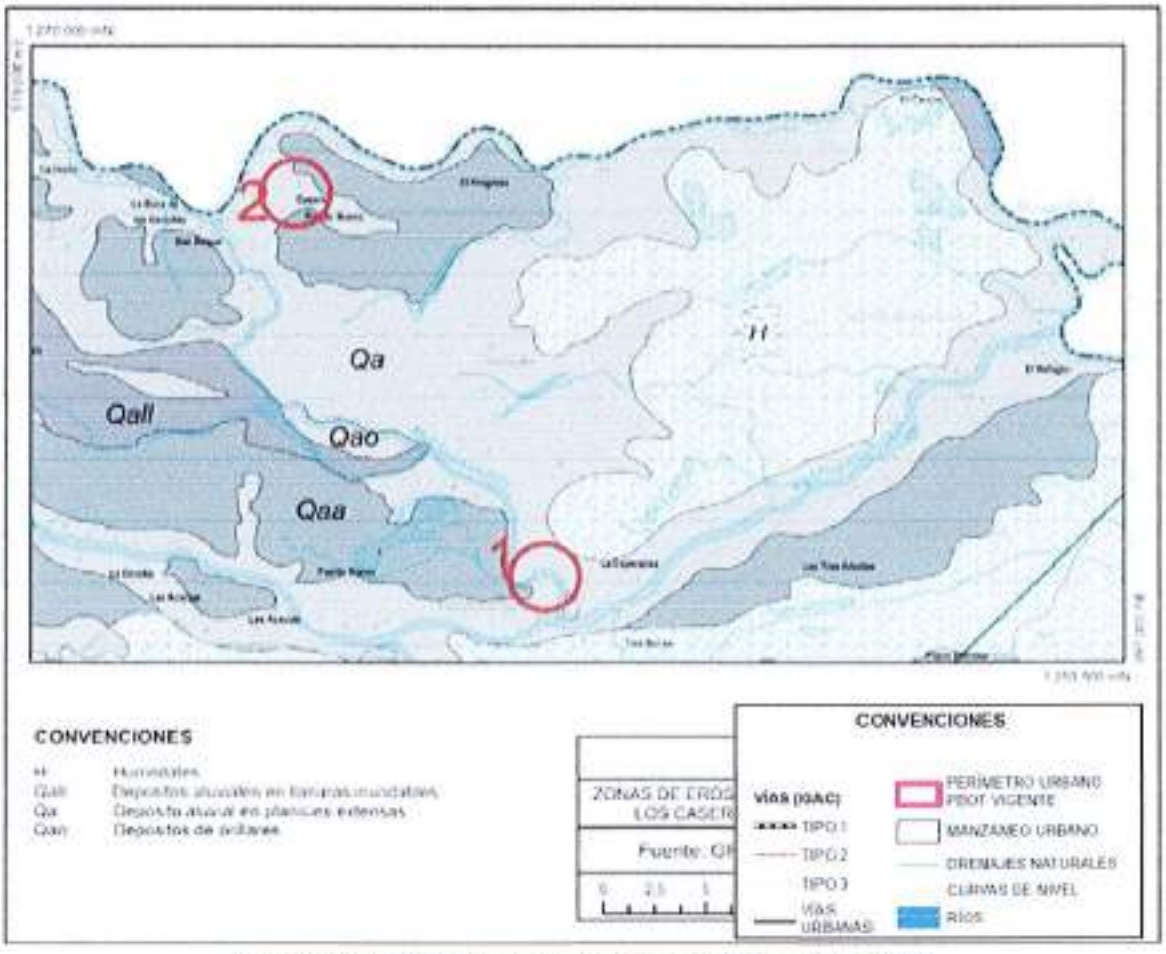
4.6.2. Amenaza por socavación de cauces

Los cauces naturales que atraviesan la plancha son eminentemente de carácter meándrico y en consecuencia, es necesario tener en cuenta que es un proceso natural la migración de ellos sobre un eje principal. Este eje se determina sobre un plano de manera aproximada, uniendo las aristas externas de los meandros, para delimitar así la zona que corresponde al cauce natural o cauce mayor que es el de mayor amenaza y en consecuencia, adoptar una regulación para los retiros. Esta zona se debe considerar como de amenaza alta para este fenómeno y en consecuencia, debe ser una medida obligatoria para el ordenamiento de territorial en todas las cuencas de la plancha.

En la plancha 124-Arauquita, se identificaron amenazas relacionadas a la dinámica fluvial del rio Arauca y el brazo Gaviotas. Los caseríos Pueblo Nuevo y Reineras se han visto afectados por la erosión de estos ríos. Se trata de zonas donde las curvas exteriores de los canales meándricos tanto del río Arauca como del brazo Gaviotas han erosionado de forma dramática y rápida, en los últimos 3 años, los caseríos Pueblo Nuevo y Reineras.

Los daños del caserío Reineras son atribuidos al cambio progresivo de dirección del canal principal del Rio Arauca hacia el Brazo Gaviotas lo que implica un aumento de caudal en el brazo Gaviotas y por tanto el aumento del potencial erosivo del mismo, lo que además implicaría a largo plazo un desplazamiento del límite Colombo-Venezolano, hacia territorio colombiano, pues el río Arauca se desplazaría a lo que son hoy los brazos Gaviotas y Bayonero.

Imagen 8. Zonas de erosión activa

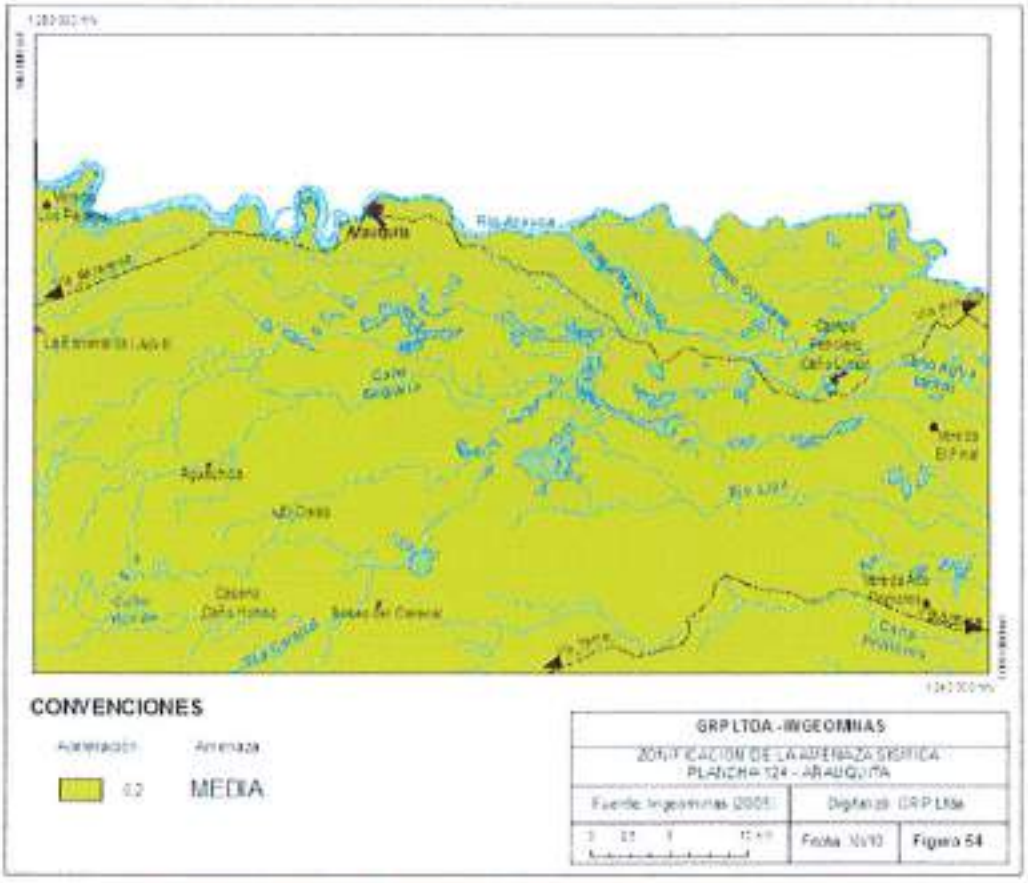


Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

4.6.3. Amenaza por actividad sísmica

La Amenaza Sísmica de cualquier zona en particular del territorio Nacional, está definida por la ley vigente de Sismo-resistencia, Ley 400 de 1997, NSR-98, la cual adopta los parámetros del "Estudio General de Amenaza Sísmica en Colombia" (AIS et al 1996). En dicho estudio, toda el área perteneciente a la plancha 124 se considera como de Amenaza Sísmica Intermedia, en la zona de Aceleración Pico Efectiva de 0.20g. (Figura 54). Este valor de aceleración es el mínimo que debe ser tenido en cuenta para los diseños sismorresistentes de todas las futuras construcciones en el área. Dichos valores son preliminares mientras no exista un estudio particular de microzonificación sísmica para al menos la cabecera municipal de Arauquita, pues dadas las características propias de los suelos, ellos reúnen las condiciones para ser licuables en el caso de presentarse un sismo superficial generado localmente.

Imagen 9. Zonificación de la amenaza sísmica en el departamento de Arauca y la Plancha 124



Fuente: Plancha 124 – Arauquita. Servicio Geológico Colombiano. 2010

La mayoría de las poblaciones del Departamento de Arauca son relativamente jóvenes y en consecuencia su historia sísmica, con excepción de Tame es muy escasa y en consecuencia esto se convierte en un factor limitante para una evaluación más completa de su amenaza sísmica real. El recuento histórico más significativo para el área se encuentra en Ramírez (1975), donde cita un sismo ocurrido el 17 de febrero de 1807 a las 12 del día, que destruyó 27 casas de la población de Tame, además de la Iglesia, suceso que fue seguido por una fuerte tempestad que agravó considerablemente los daños directos causados.

5. ESTUDIO GEOTÉCNICO

5.1. CARACTERIZACIÓN DE LOS SUELOS

Para la clasificación y caracterización de los materiales extraídos de las exploraciones hechas en la zona de estudio se ejecutaron una serie de ensayos de laboratorio.

Los resultados de los ensayos realizados en campo y laboratorio, permiten determinar ciertos parámetros de comportamiento físico y mecánico, que luego bajo un modelo de comportamiento determinado indicarán la respuesta del suelo a las solicitaciones impuestas por las obras de infraestructura que se van a construir.

Los ensayos realizados se pueden clasificar en físicos y mecánicos, los primeros se emplean para clasificar el material y son ensayos cuyos resultados indican parámetros que definen ciertas propiedades como densidad, porosidad, entre otras. Estas propiedades permiten inferir la homogeneidad del depósito de suelos y en cierta medida su futuro comportamiento. Los ensayos mecánicos entregan parámetros numéricos que permiten conformar las ecuaciones de comportamiento de diferentes modelos constitutivos que modelan matemáticamente la respuesta del suelo.

5.1.1. El subsuelo

El subsuelo de la zona está compuesto por arenas limosas de granulometría fina, identificados por la clasificación SUCS como SM.

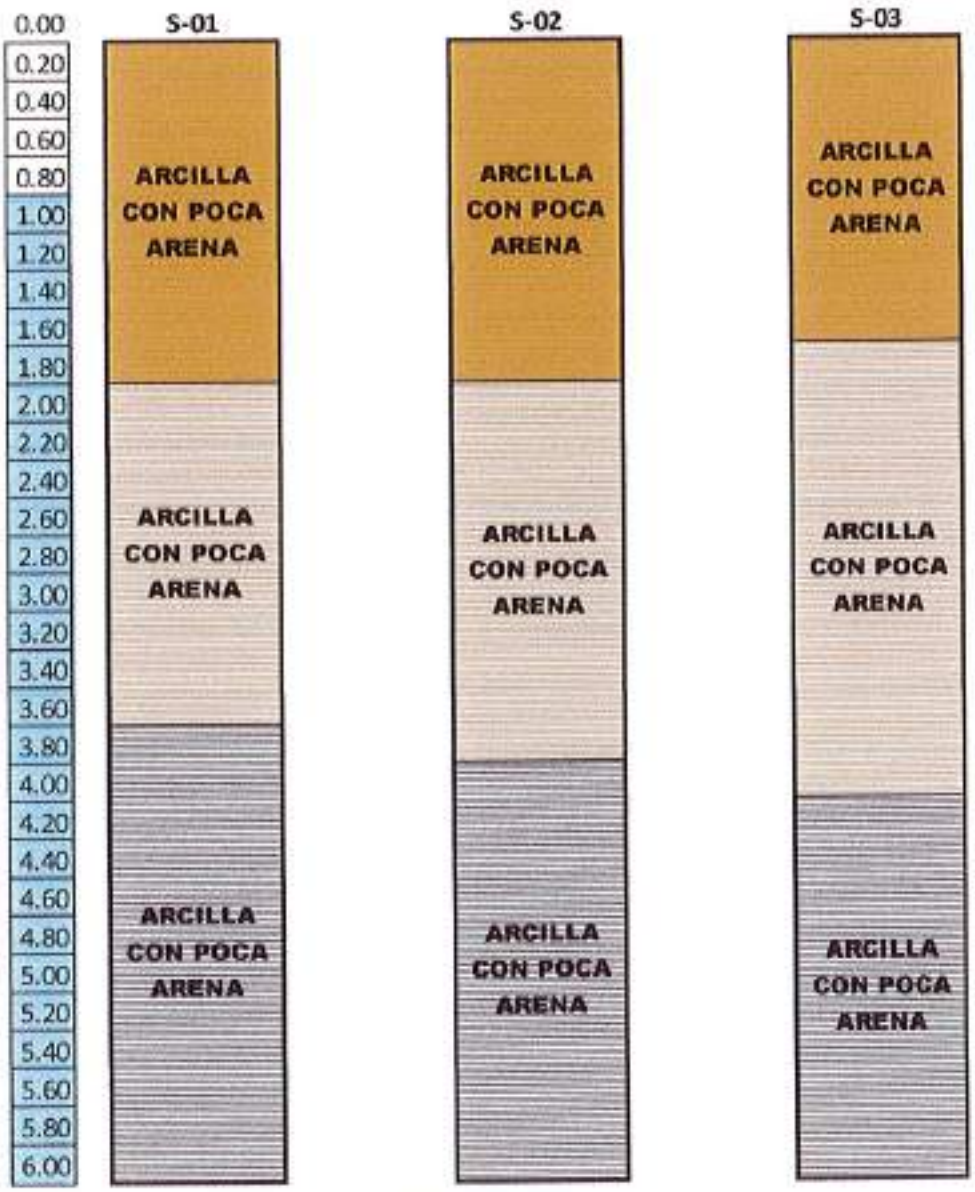
La caracterización se efectuó considerando los resultados de los ensayos presentados en la tabla 2.

Para modelar el comportamiento mecánico del suelo de cimentación se realizan ensayos mecánicos de laboratorio que permiten evaluar parámetros numéricos que serán la base de los modelos de análisis de estabilidad. Estos ensayos se clasifican en dos grupos, el primero de ellos, pretende definir el comportamiento resistente del suelo frente a diferentes niveles de esfuerzos, el segundo grupo indica el comportamiento deformacional del suelo también bajo diferentes niveles de carga.

Para definir la resistencia del suelo se ha recurrido en el desarrollo del presente estudio al Criterio de resistencia de falla de Mohr-Coulomb, el cual considera el aumento de la resistencia cuando crece el esfuerzo de confinamiento del material,

debido a fenómenos de fricción y dilatancia que presentan las partículas constituyentes del suelo. Este criterio exige la definición de dos parámetros para la elaboración del modelo: ángulo de resistencia al corte, φ, y cohesión, C. Estos parámetros se evaluaron a partir de los golpes de avance en el ensayo SPT y del ensayo de corte directo sobre muestras remoldeadas.

Gráfico 1. Perfiles de suelo encontrado en los sondeos de SPT



Fuente: Propia

Tabla 2. Resultado de ensayos de laboratorio subsuelo de fundación

Sondeo	Muestra	Rango de muestreo (m)	Peso Unitario	Gravedad especifica	Distribución granulométrica				Límites de plasticidad				Humedad		Clasificación de suelos		
					Grava	Arena	Limo	Arcilla	LL	LP	IP	IL	Hlog	Natural	U.S.C.	AASHTO	Indice de grupo
			Ton / m3	Gs	%	%	%	%	%	%	%		%	%			
S-01	1	0.00 - 1.80	1.788	2.714	0.00	9.15	-	90.85	45.30	26.38	18.92	-0.04	24.69	25.54	CL	A-7-6	19
	2	1.80 - 3.60	1.873	2.713	0.00	9.90	-	90.10	46.40	26.76	19.64	0.22	25.41	31.06	CL	A-7-6	20
	3	3.60 - 6.00	1.966	2.715	0.00	7.60	-	92.40	43.80	26.28	17.52	0.37	24.19	32.61	CL	A-7-6	18
S-02	1	0.00 - 1.80	1.763	2.713	0.00	10.14	-	89.86	44.00	26.35	17.65	-0.38	24.28	19.59	CL	A-7-6	18
	2	1.80 - 3.80	1.883	2.715	0.00	10.34	-	89.66	43.40	25.39	18.01	0.19	24.00	28.77	CL	A-7-6	18
	3	3.80 - 6.00	1.963	2.715	0.00	7.20	-	92.80	43.00	25.66	17.34	0.36	23.81	31.94	CL	A-7-6	18
S-03	1	0.00 - 1.70	1.798	2.713	0.00	9.61	-	90.39	43.80	25.47	18.33	0.14	24.19	27.06	CL	A-7-6	18
	2	1.70 - 4.00	1.885	2.714	0.00	8.74	-	91.26	41.30	24.87	16.43	0.36	23.01	30.84	CL	A-7-6	17
	3	4.00 - 6.00	1.975	2.713	0.00	9.37	-	90.63	42.80	26.76	16.04	0.29	23.72	31.45	CL	A-7-6	18
Mínimo			1.763	2.713	0.00	7.20	-	89.66	41.30	24.87	16.04	-0.38	23.01	19.59	-	-	-
Promedio			1.876	2.714	0.00	9.12	-	90.88	43.76	25.99	17.76	0.17	24.17	28.89	-	-	-
Máximo			1.975	2.715	0.00	10.34	-	92.80	46.40	26.76	19.64	0.37	25.41	32.61	-	-	-
Promedio sobrecapa			1.783	2.713	0.00	9.63	-	90.37	44.37	26.07	18.30	-0.10	24.45	24.56	-	-	-
Promedio suelo de fundación			1.975	2.715	0.00	10.34	-	92.80	46.40	26.76	19.64	0.37	25.41	32.61	-	-	-

Fuente: Propia

Para definir la resistencia del suelo se ha recurrido en el desarrollo del presente estudio al Criterio de resistencia de falla de Mohr-Coulomb, el cual considera el aumento de la resistencia cuando crece el esfuerzo de confinamiento del material, debido a fenómenos de fricción y dilatancia que presentan las particulas constituyentes del suelo. Este criterio exige la definición de dos parámetros para la elaboración del modelo: ángulo de resistencia al corte, φ, y cohesión, C. Estos parámetros se evaluaron a partir de los golpes de avance en el ensayo SPT y del ensayo de corte directo sobre muestras remoldeadas.

A continuación, se presentan las características del ensayo SPT y la metodologia propuesta por González (1998), para la determinación de los parámetros de resistencia

Ensayo normal de penetración, SPT. El muestreo de los suelos granulares con el toma muestras partido produce cambios intensos en su estructura original e imposibilita la correcta determinación de las propiedades mecánicas mediante pruebas de laboratorio. Para obviar esta dificultad se ha encontrado conveniente medir en forma sencilla el grado de compacidad del suelo en el sitio, al convertir el proceso

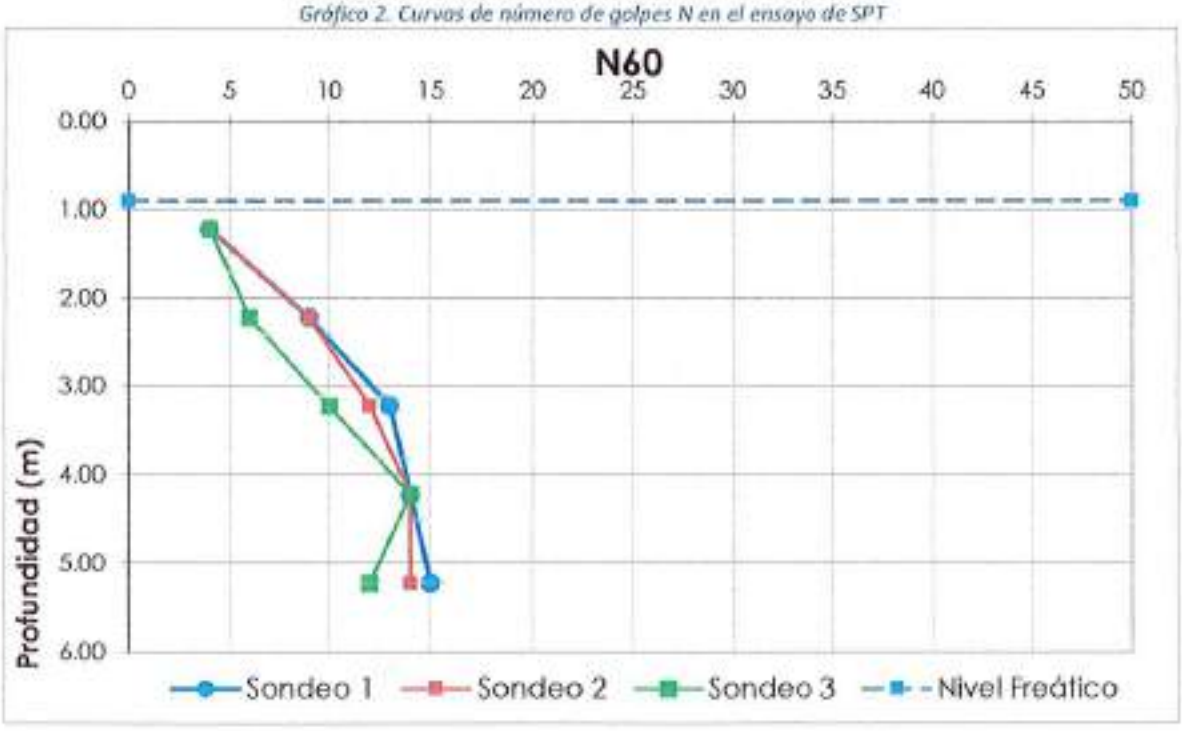
de hincar el toma muestras en el terreno en un ensayo dinámico de penetración conocido como Ensayo Normal de Penetración, SPT.

Suelo inalterado un toma muestras partido normalizado (Split spoon) en una distancia de 305 mm (1 Desde 1958 los procedimientos para su ejecución y los equipos usados fueron normalizados como la prueba ASTM D-1586. EL ensayo SPT es una prueba in-situ que se realiza en el fondo de una perforación; consiste en determinar el número N de golpes de un martillo con peso de 63 kg (140 lb) y 762 mm (30 pg.) de altura de caída, necesarios para hincar en el pie).

No obstante, la aparente simplicidad del ensayo, incontables experiencias documentales indican una acentuada sensibilidad de los resultados a numerosos factores y variables involucrados en su ejecución.

En el grafico 1 se muestran los perfiles encontrados para el número de golpes, N, en el ensayo normal de penetración, SPT, para los sondeos realizados. Dichos ensayos se ejecutaron a partir de 1.00 m de profundidad. En general los valores del número de golpes encontrados en cada sondeo aumentan levemente con la profundidad.

Gráfico 2. Curvas de número de golpes N en el ensayo de SPT



Fuente: Propia

El ensayo de penetración estándar (SPT) realizado en los barrenos manuales, permitió determinar los parámetros de resistencia de los suelos, tales como el ángulo de fricción interna y resistencia al corte no drenado (Su). La consistencia y densidad relativa de los suelos puede ser calificada de acuerdo con lo indicado por Terzaghi y Peck. En la tabla 3 se muestran los criterios de clasificación según el número de golpes por pie del ensayo de penetración estándar (NSPT).

Tabla 3. Criterios de clasificación según el número de golpes del ensayo de penetración estándar NSPT

Consistencia arcillas	N	Densidad relativa arenas y limos	N
Muy Blanda	< 2	Muy Suelta	< 4
Blanda	2 – 4	Suelta	4 – 10
Media	4 – 8	Media	10 – 30
Firme	8 – 15	Densa	30 – 50
Muy Firme	15 – 30	Muy Densa	> 50
Dura	> 30		

En la tabla 4 se presenta el resumen del número de golpes/pie para cada depósito de suelo encontrado en los sondeos.

Tabla 4. Número de golpes/pie N_{campo}

Sondeo	Muestra	Profundidad Inicial (m.)	Profundidad Final (m.)	Profundidad Media (m.)	golpes/pie			N_{CAMPO}
					1	2	3	
S-01	1	1.00	1.45	1.23	2	2	2	4
	2	2.00	2.45	2.23	2	4	5	9
	3	3.00	3.45	3.23	3	6	7	13
	4	4.00	4.45	4.23	4	6	8	14
	5	5.00	5.45	5.23	4	7	8	15
S-02	1	1.00	1.45	1.23	2	2	2	4
	2	2.00	2.45	2.23	3	4	5	9
	3	3.00	3.45	3.23	4	5	7	12
	4	4.00	4.45	4.23	5	6	8	14
	5	5.00	5.45	5.23	5	7	7	14
S-03	1	1.00	1.45	1.23	2	2	2	4
	2	2.00	2.45	2.23	2	3	3	6
	3	3.00	3.45	3.23	3	4	6	10
	4	4.00	4.45	4.23	4	6	8	14
	5	5.00	5.45	5.23	5	6	6	12

Fuente: Propia

Según los resultados de los ensayos de SPT para el perfil de diseño, las arcillas encontradas son de consistencia FIRME.

Para determinar las características de expansión de los suelos encontrados, se utilizaron las propiedades índices de estos. Con estas propiedades y mediante el uso de la Tabla H. 9.1-1 de la NSR-10 se definió el potencial de expansión de los suelos.

Tabla 5. Clasificación de suelo expansivos según NSR-10

Potencial de expansión	Expansión Consolidómetro (%)	LL (%)	LC (%)	IP (%)	Partículas menores 1μ (%)	Expansión libre en probeta (%)
Muy Alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 - 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 - 20.	39 - 50	8 - 18.	12 - 34.	12 - 37.	50 – 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente: Título H de la NSR-10

Tabla 6. Clasificación potencial de expansión para los valores máximos encontrados en todos los sondeos ejecutados

Parámetros	Valores máximos obtenidos	Valores referencia
LL %	46.40	39-50
IP %	19.64	< 20
Potencial de expansión		**MEDIO**

Conforme a la tabla 6 y los valores allí presentados el potencial de expansión de los suelos es MEDIO.

5.1.2. Nivel de aguas freáticas

La presencia de aguas freáticas se identificó a profundidades entre 0.80 y 0.90 m.

5.1.3. Clasificación del suelo guía de trabajo seguro en excavaciones

La primera actividad a realizar para determinar si una excavación requiere un sistema de protección es conocer el tipo del suelo en el cual se está realizando la

excavación. A continuación, se describen los tipos de suelos según la Guia de Trabajo Seguro en Excavaciones 2014 del Ministerio del Trabajo.

Los suelos encontrados en la exploración pueden ser clasificados como suelos sin cohesión: Suelos cohesivos Tipo C.

Tabla 7. Tipos de suelos

Tipo A	Tipo B	Tipo C
Es un suelo cohesivo con una resistencia a la compresión no confinada de 144 KPa ó mayor. Tipo A, si: • El suelo está fisurado. • El suelo esta sujeto a vibración de tráfico pesado, hincado de pilotes, efectos similares. • El suelo ha sido previamente perturbado. • Es suelo es parte de un talud, en un sistema de capas donde las capas llegan dentro de la excavación en una pendiente de 4 horizontal a 1 vertical (4H:1V) ó mayor. • El suelo esta sujeto a otros factores que podrían requerirlo para ser clasificado como un material menos inestable.	Es un suelo cohesivo con una resistencia a la compresión no confinada mayor a 48 KPa pero menor de 144 KPa, o: • Es un suelo granular sin cohesión incluyendo: grava angular (similar a roca partida), limo, margas limosas, margas arenosas y en algunos casos, margas arcillo limosas, y margas arcillo arenosos. • Suelos previamente perturbados, excepto aquellos que puedan ser clasificados como Tipo C. • Suelos que cumplan los requerimientos de resistencia a la compresión no confinada o de cementación para el tipo A, pero está fisurado ó sometido a vibración. • Roca seca pero que no es estable. • Material que es parte de un talud, sistema de capas donde las capas entran a la excavación en una pendiente menos de 4H:1V, pero solamente si el material pueda ser clasificado como Tipo B.	Es suelo cohesivo con una resistencia a la compresión no confinada de 48 KPa ó menos, ó: • Suelo granular incluyendo gravilla, arena margas. • Suelo sumergido o suelo donde el agua está drenada de forma lenta. • Roca sumergida que no es estable. • Material en un talud, sistema de capas donde las capas entran en la excavación sobre un talud de 4H:1V ó mayor

Fuente: Guia de trabajo seguro en excavaciones 2014. Ministerio del Trabajo.

5.2. PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL SUBSUELO

5.2.1. Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT

Se presenta un método aproximado de evaluación de los parámetros efectivos de resistencia c' y ϕ', mediante el empleo de los datos de SPT (N en golpes/pie). Aunque el método provee valores estimados, se obtienen resultados razonables útiles iniciales, especialmente para materiales granulares o intermedios, siendo menos aproximados para materiales cohesivos.

El procedimiento para obtener valores aproximados de valores efectivos de resistencia c' y ϕ' con SPT es el siguiente:

a) Obtener el valor de N (golpes/pie) en campo, con la profundidad respectiva e identificar al tipo de suelo en el cual se hizo el ensayo.

b) Colocar al ensayo la profundidad media entre las dos lecturas de golpes que se usen.

c) Obtener o estimar el valor del peso unitario total de la muestra, preferentemente en el sitio. Esta se puede obtener de la muestra de la cuchara perdida, pero corrigiendo el área por la compresión que sufre la muestra al entrar al muestreador.

d) Obtener lo más fiablemente posible la posición del nivel piezométrico.

e) Calcular el valor de los esfuerzos totales (σ), la presión de poros (uw) y los esfuerzos efectivos ($\sigma' = \sigma - uw$) para toda la columna de ensayo. Hay que tener en cuenta que el material puede estar saturado y la presión de poros puede ser negativa hasta la altura de capilaridad.

f) El valor de N45 para Colombia se corrige por confinamiento con la formulación de Cn de Seedldriss (Marcuson), teniendo cuidado que $Cn \leq 2$.

g) Se obtiene el valor de $\phi eq'$ con la fórmula de Kishida.

h) Se calcula el valor de $\tau = \sigma' \times \tan(\phi eq')$.

i) Se agrupan los valores de τ y σ' por tipos de materiales.

j) Se hace la regresión τ vs σ' para cada tipo de material y se obtienen c' y $\tan\phi'$. Si en la regresión resulta $c' < 0$, se obliga a la regresión a pasar por cero.

k) Se puede obtener el ϕ' mínimo de cada material haciendo ϕ' mínimo = $\phi eq'$ mínimo

l) Se colocan los resultados en un diagrama c' - $\tan\phi'$ y si son materiales del mismo origen geológico, los puntos normalmente se alinean en forma aproximada.

En arcillas los valores de Ncampo no se corrigen. En todos los casos, el valor Ncampo debe modificarse por la longitud del vástago según la profundidad de los sondeos. Si la profundidad del sondeo está entre 0 y 4.00 m, debe multiplicarse por 0.75, si está entre 4.00 y 6.00 m debe multiplicarse por 0.85, si está entre 6.00 y 10.00 m debe multiplicarse por 0.95, para 10.00 m o más, multiplicar por 1.00. De igual

forma se aconseja que los valores de Ncampo obtenido en sondeos a cielo abierto deben multiplicarse por 1.15 por la carencia del sobrepeso.[1]

La Tabla 8 resume los parámetros de diseño para los suelos explorados.

Tabla 8. Resumen parámetros de resistencia a partir del ensayo de SPT

Sondeo	Profundidad media	N_{campo}	Tipo suelo	$N_{corregido}$	ϕeq.	Cu Kg/cm2	Densidad relativa / Consistencia
S-01	1.23	4	Arcilla	3	1.00	0.18	Blanda
	2.23	9	Arcilla	7	3.50	0.41	Media
	3.23	13	Arcilla	10	4.60	0.59	Firme
	4.23	14	Arcilla	12	5.10	0.70	Firme
	5.23	15	Arcilla	13	5.40	0.76	Firme
	Promedio	**11**		**9**	**3.92**	**0.53**	**Firme**
S-02	1.23	4	Arcilla	3	1.00	0.18	Blanda
	2.23	9	Arcilla	7	3.5	0.41	Media
	3.23	12	Arcilla	9	4.3	0.53	Firme
	4.23	14	Arcilla	12	5.10	0.70	Firme
	5.23	14	Arcilla	12	5.10	0.70	Firme
	Promedio	**11**		**9**	**3.80**	**0.50**	**Firme**
S-03	1.23	4	Arcilla	3	1.00	0.18	Blanda
	2.23	6	Arcilla	5	2.5	0.29	Media
	3.23	10	Arcilla	8	4.00	0.47	Firme
	4.23	14	Arcilla	12	5.10	0.70	Firme
	5.23	12	Arcilla	10	4.60	0.59	Firme
	Promedio	**10**		**8**	**3.44**	**0.45**	**Firme**

Fuente: Propia

5.2.2. Parámetros a partir del ensayo de compresión inconfinada

Debido a que en el sitio se presenta niveles de arcillas de mediana plasticidad, se determina el valor de su cohesión no drenada mediante el ensayo de compresión inconfinada, siendo esta condición con la cual el suelo se va a comportar en el sitio

[1] Mecánica de suelos y cimentaciones. Carlos Crespo Villalaz. Pág. 179.

ante la aplicación de cargas, ya que al ser materiales finos la disipación del agua intersticial se lleva a cabo de forma muy lenta.

En la tabla 9 se presentan los resultados de los ensayos de compresión inconfinada realizados a las muestras de los diferentes sondeos obtenidas por medio de extracción de muestras inalteradas.

Tabla 9. Parámetros de resistencia a la compresión inconfinada

Sondeo	Prof. [m]	ϕ	C [kg/cm²]	USC
S-01 (M1)	0.00 – 1.80	-	0.27	CL
S-02 (M2)	1.80 – 3.60	-	0.61	CL

Fuente: Propia

5.2.3. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad Es se obtuvo a partir del número de golpes del ensayo de penetración estándar, tal como se presenta en la tabla 10.

Tabla 10. Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young Es en diferentes tipos de suelo a partir del ensayo de SPT.

TIPO DE SUELO	CORRELACIÓN (E_s en kPa)		REFERENCIA
Gravas	600(N+6) 600(N+6)+2000	N ≤ 15 N > 15	Bowles, 1996
Arenas saturadas	250(N+15)		Bowles, 1996
Arenas limosas	1800+270N 7740+135N	N ≤ 15 N > 15	Ten et al, 1991
Arenas arcillosas	320(N+15)		Bowles, 1996
Limos	300(N+6)		Bowles, 1996
Arcillas	E = 600N		Bowles, 1996

En la tabla 11 se presentan los valores de rigidez obtenidos para los materiales presentes en cada una de los sondeos.

Tabla 11. Módulo de Young estimado para los suelos encontrados

Perfil	Material	N60	E [MPa]
0.00 – 1.80	Arcilla color naranja/gris	3	1.80
1.80 – 3.80	Arcilla gris/naranja	8	4.80
3.80 – 6.00	Arcilla gris	12	7.20

Fuente: Propia

Los valores de módulo de elasticidad de los materiales del perfil de diseño corresponden a la correlación para arcillas.

Tabla 12. Valores Típicos del Módulo de elasticidad (E)

Tipo de Suelo	Módulo de Elasticidad (E) Mpa
Arcilla	
Muy blanda	2-15
Blanda	5-25
Media	15-50
Dura	50-100
Arenosa	25-250
Limo	2-20
Arena	
Limosa	5-20
Suelta	10-25
Densa	50-81
Arena y Grava	
Suelta	50-150
Densa	100-200

Fuente: BOWLES. Op. cit., p 99

5.3. ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS

5.3.1. Perfil de los suelos

Para la clasificación del perfil del suelo se utilizó el promedio de los golpes SPT desde el primer metro de profundidad, obteniéndose:

Tabla 13. Promedio de SPT a lo largo de las exploraciones.

Perfil	$\overline{N_{spt}}$
Perfil de diseño	8

Tabla 14. Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

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 (≈ 1 kgf/cm²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)

Fuente: Tabla A.2.4-2 NSR-10

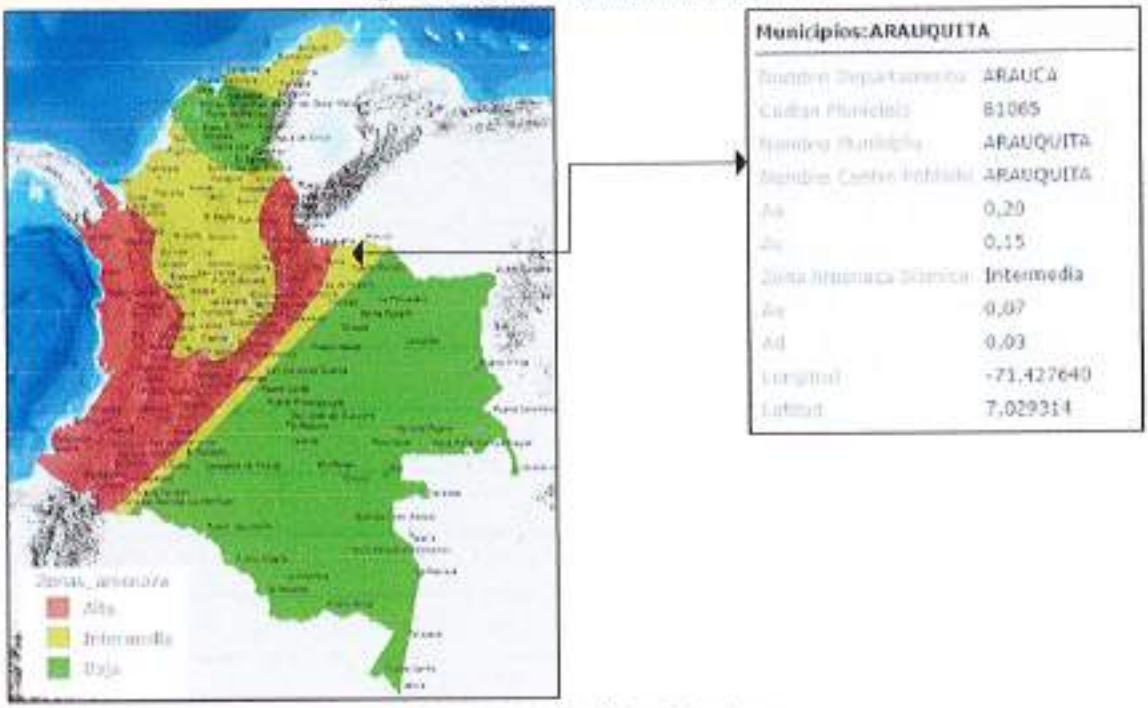
De acuerdo con las características predominantes de los perfiles, los suelos se sitúan en un Tipo E (N<15).

Coeficiente de importancia: I = 1.25 (Edificaciones de atención a la comunidad – Escuelas, colegios) Grupo III.

5.3.2. Clasificación de la amenaza sísmica

De acuerdo a la NSR (Normas Sismo Resistentes Colombianas 2010) título A, El municipio de Arauquita – Arauca, pertenece a una zona de amenaza sísmica Intermedia, en la imagen 11 se observa la ubicación del municipio de Arauquita en el mapa de amenaza sísmica de Colombia.

Imagen 10. Mapa de amenaza sísmica de Colombia



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

5.3.3. Determinación de parámetros sísmicos

De acuerdo a la NSR – 10, el tipo de clasificación del suelo y la zona de amenaza sísmica, se concluye que los parámetros símicos que caracterizan esta son:

Tabla 15. Parámetros sísmicos

Aa	0.20
Av	0.15
Fa	1.70
Fv	3.35
Ae	0.07
Ad	0.03

Donde:

Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño.
Av: Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño.
Fa: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos, debido a los efectos de sitio, adimensional.
Fv: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.
Ae: Es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.
Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño.

5.3.4. Análisis de licuación de los suelos

Las arenas mal gradadas y las arenas limpias presentan mayor susceptibilidad a ser licuadas, a medida que el porcentaje de contenido de finos de un suelo aumente, disminuye la susceptibilidad: "Cuando contenido de finos excede cierto porcentaje (aproximadamente 20-30%), el comportamiento del suelo es completamente gobernado por el contacto entre finos" (Chu, et al., 2002), es decir no son susceptibles a licuación.

Los suelos que presentan mayor susceptibilidad a la licuación son los que tienen bajas densidades, ya que hay una mayor cantidad de espacios vacíos que permitirían la reacomodación de las partículas de suelo cuando tiende a densificarse, producto de la aplicación de una carga. Un mismo material puede no ser susceptible a la licuación en estado denso, pero en estado suelto puede licuarse bajo la aplicación de una carga cíclica o estática. Materiales con valores

altos de densidad relativa presentan menor susceptibilidad a la licuación que materiales con valores menores, los cuales pueden desarrollar altas presiones de poros bajo la aplicación de cargas, produciéndose altos valores de deformación en el suelo.

La presencia de agua en el suelo es fundamental para que ocurra el fenómeno de licuación ya que el aumento en la presión de poros del suelo, producido por la aplicación de una carga cíclica o estática, es el detonante en la ocurrencia de este fenómeno.

En los perfiles de suelo registrados, se encontraron depósitos de arcillas con poco porcentaje de arenas (entre 7 y 10 %). Teniendo en cuenta que el comportamiento del suelo está gobernado por suelo fino cohesivo, se concluye que los suelos NO son licuables, por lo tanto, no se esperan que ocurran deformaciones por licuación.

5.4. CAPACIDAD PORTANTE

En este capítulo se realiza una evaluación de las condiciones de soporte del suelo y el cálculo de la capacidad portante para las obras de este proyecto.

5.4.1. Generalidades

Se define capacidad admisible para una cimentación como: "el menor valor entre la capacidad calculada a partir de la resistencia ante falla, reducida por el factor de seguridad, y la que produzca asentamientos inferiores a los permitidos. Esta capacidad debe ser claramente establecida en los estudios geotécnicos. Después de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman la zona geotécnica encontrada mediante la exploración realizada se procede a determinar la capacidad de carga y el nivel de deformaciones que se pueden presentar debido a las cargas impuestas, se establece ahora el nivel de cimentación para entrar a valorar la capacidad portante. Para el sitio de estudio se determinarán las capacidades portantes del suelo a diferentes profundidades.

5.4.2. Nivel y sistema de cimentación

El nivel de la cimentación debe quedar a una profundidad tal que se garantice una resistencia adecuada del suelo y que presente deformaciones inmediatas y por consolidación tolerable para el tipo de proyecto y las cargas que se impondrán.

El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente – NSR 10, en el numeral H4.6 – Profundidad de cimentación, establece para la profundidad de cimentación:

(a) La profundidad tal que se elimine toda posibilidad de erosión o meteorización acelerada del suelo, arrastre del mismo por tubificación causada por flujo de las aguas superficiales o subterráneas de cualquier origen.

(b) En los suelos arcillosos, la profundidad de las cimentaciones debe llevarse hasta un nivel tal que no haya influencia de los cambios de humedad inducidos por agentes externos.

(c) Es preciso diseñar las cimentaciones superficiales en forma tal que se eviten los efectos de las raíces principales de los árboles próximos a la edificación o alternativamente se deben dar recomendaciones en cuanto a arborización.

Según las condiciones encontradas en el sitio de estudio y las estructuras a construir, las cargas se desplantarán a una profundidad mínima de 1.80 m, en el estrato de arcilla de mediana plasticidad y de consistencia media.

5.4.3. Cimentación superficial

De acuerdo a la zona geotécnica encontrada y definida, se hace la evaluación de la capacidad de carga con las expresiones de cimentaciones de manera que se pueda establecer un perfil de capacidad de carga. Es necesario mencionar que para aplicar los valores de carga a áreas resultantes es indispensable comprobar que los materiales existentes son los reportados en el estudio realizado. La capacidad de soporte del suelo reportada en la exploración realizada se calculó ecuación presentada por Meyerhof; la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad Df de la cimentación es menor o igual al ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores han sugerido que cimentaciones con Df igual a 3 o 4 veces el ancho se definen como cimentaciones superficiales.

5.4.4. Cálculo de capacidad portante

En este literal se procederá a realizar los diferentes cálculos de capacidad portante que apliquen a este proyecto, adicionalmente se presentaran las metodologías y expresiones matemáticas que se emplearan para el desarrollo y obtención de dichos cálculos.

Siendo más conservadores, se escogió el parámetro ϕ determinado mediante correlación de la prueba de SPT (ϕ=23.8°), para determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación, resultando un margen de seguridad superior al obtener valores menores que los calculados con el ensayo de corte de directo sobre muestras remoldeadas.

Ecuaciones de capacidad portante utilizadas en el análisis:

Ecuación general de capacidad portante para suelo con fricción y cohesión ($\phi \neq 0$, $c \neq 0$), TERZAGHI.

$$q_{ult} = c\, N_c\, s_c + q\, N_q + \tfrac{1}{2}\, \gamma\, B\, N_\gamma\, s_\gamma$$

$$N_q = \frac{e^{(1.5\pi - \phi)\tan\phi}}{2\cos^2(45 + \phi/2)} \qquad N_\gamma = \frac{\tan\phi}{2}\left(\frac{K_{P\gamma}}{\cos^2\phi} - 1\right)$$

$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi$$

Dónde:

c: cohesión del suelo o resistencia al corte no drenado (su).

B: ancho, menor dimensión del cimiento, para cimiento circular diámetro.

γ: peso unitario del suelo de fundación

q = γD: esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación. D=profundidad de desplante, γ peso unitario del suelo por encima de la profundidad de desplante.

Nc, Nq, Nγ: factores de capacidad de carga

sc, sγ: factores de corrección de la forma del cimiento

sc = 1+0.3 B/L; cuando L=continuo sc=1.0

sγ = 1-0.2 B/L; cuando L=continuo sγ=1.0

sc = 1.3 sγ = 0.6 para cimientos circulares

Cálculos de capacidad de carga admisible de los suelos de fundación ("perfil de diseño"):

La capacidad de carga nominal del suelo fue evaluada utilizando análisis de esfuerzos totales y parámetros de resistencia obtenidos mediante los ensayos de compresión inconfinada, siendo estos resultados los más confiables, y considerando el máximo nivel freático esperado durante la vida útil de la estructura.

Las capacidades portantes evaluadas para diferente profundidad de desplante, se presentan en la tabla 16 para el perfil geotécnico de diseño encontrado en el sitio del proyecto.

Tabla 16. Capacidad portante admisible

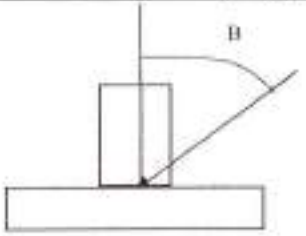
SUELO NATURAL

Propiedades del suelo					
Ángulo de resistencia al corte	ϕ = 0.00 °				
	ϕ = 0.000 rad	N.F=	0.80	m	
Cohesión	C = 6.10 T/m²	γsat =	1.94	T/m³	
Peso unitario de la sobrecapa	γ_b = 1.783 T/m³	$\gamma\omega$ =	1.00	T/m³	
Peso unitario del suelo de fundación	γ = 1.975 T/m³	γ'	0.94	T/m³	

Factores de Capacidad Portante	
Nc =	5.14
Nq =	1.00
N_γ =	0.00

H estrato	H= 6 m
FS	3

Inclinación de cargas		
B =	0	°
	0	rad



Excentricidad	e = 0.00 m

Cálculo de Capacidad Portante del Suelo para cimientos superficiales.

Df	B	B/L	L	B'/L'	L'	Fcs	Fqs	F_γs	D_f/B	Fcd	Fqd	F_γd	Fci	Fqi	F_γi	q	γ	σ_u (t/m2)	σ_s(t/m2)	σ_{ns}(t/m2)	Qmax (T
1.80	1.00	--	--	--		1.000	1.000	1.000	1.800	1.425	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.3664	0.9400	47.06	15.69	13.32	-
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.195	1.000	0.800	1.800	1.425	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.3664	0.9400	55.76	18.59	16.22	18.98
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.146	1.000	0.899	1.800	1.425	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.3664	0.9400	53.60	17.87	15.50	23.76
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.097	1.000	0.800	1.800	1.425	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.3664	0.9400	51.41	17.14	14.77	34.27
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.049	1.000	0.900	1.800	1.425	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.3664	0.9400	49.23	16.41	14.05	65.65
2.00	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	2.000	1.443	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.5544	0.9400	47.79	15.93	13.38	-
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.195	1.000	0.800	2.000	1.443	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.5544	0.9400	56.60	18.87	16.31	18.87
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.146	1.000	0.899	2.000	1.443	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.5544	0.9400	54.41	18.14	15.58	24.12
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.097	1.000	0.800	2.000	1.443	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.5544	0.9400	52.19	17.40	14.84	34.80
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.049	1.000	0.900	2.000	1.443	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	2.5544	0.9400	49.99	16.66	14.11	66.66
2.50	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	2.500	1.478	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.0244	0.9400	49.31	16.44	13.41	-
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.195	1.000	0.800	2.500	1.478	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.0244	0.9400	58.31	19.44	16.41	19.44
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.146	1.000	0.899	2.500	1.478	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.0244	0.9400	56.06	18.69	15.67	24.88
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.097	1.000	0.800	2.500	1.478	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.0244	0.9400	53.81	17.94	14.91	35.87
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.049	1.000	0.900	2.500	1.478	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.0244	0.9400	51.56	17.19	14.16	68.74
3.00	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	3.000	1.500	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.4944	0.9400	50.51	16.84	13.34	-
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.195	1.000	0.800	3.000	1.500	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.4944	0.9400	59.66	19.89	16.39	19.89
	1.00	0.75	1.33	0.75	1.33	1.146	1.000	0.899	3.000	1.500	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.4944	0.9400	57.39	19.13	15.64	25.44
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.097	1.000	0.800	3.000	1.500	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.4944	0.9400	55.09	18.36	14.87	36.72
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.049	1.000	0.900	3.000	1.500	1.000	1.00	1.00	1.00	0.00	3.4944	0.9400	52.80	17.60	14.11	70.40

Convenciones:

- ϕ = Ángulo de resistencia al corte
- C = Resistencia no drenada
- B = Ancho de cimentación
- L = Largo de cimentación
- D_f = Profundidad de desplante
- L' = Largo efectivo
- Fcs, Fqs, F_γs = Factor de corrección por forma
- Fcd, Fqd, F_γd = Factor de corrección por profundidad
- Fci, Fqi, F_γi = Factor de corrección por inclinación
- σ_u = Esfuerzo último
- σ_s = Esfuerzo neto
- σ_{ns} = Esfuerzo neto de seguridad
- Qmax = Carga máxima

Fuente: Propia

Se puede observar que la capacidad portante a 1.80 m de profundidad es de 186 kPa (18.59 Ton/m²), en el estrato de arcilla de mediana plasticidad y consistencia media.

5.5. ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LAS OBRAS PROYECTADAS

La NSR-10 en el numeral H.4.9.2 presenta la siguiente consideración sobre el límite de los asentamientos totales:

- Para construcciones aisladas 30 cm, siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.
- Para construcciones entre medianeros 15 cm, siempre y cuando no se afecten las construcciones e instalaciones vecinas.[2]

El valor propuesto del asentamiento total por la norma colombiana es bastante alto, dado que lo que pretende es dar un tope máximo para casos especiales. Los asentamientos máximos permitidos serán verificados considerando los criterios dados en las tablas 18 y 19.

Tabla 17. Asentamientos diferenciales máximos, NSR-10

Tipo de Construcción	Asentamiento Diferencial máximo
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/1000
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	L/500
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	L/300
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/160

L= distancia entre apoyos o columnas

Si se limitan los asentamientos máximos totales, también se limita la ocurrencia de asentamientos diferenciales. Por este motivo en la práctica se recomienda ser más estricto en los asentamientos máximos tolerables para una estructura. Es común encontrar valores en el rango de 2.5 a 5.0 cms. Los valores más pequeños se emplean en suelos firmes o granulares, con asentamientos de tipo elástico. Los

[2] MADS. NSR-10 Op. Cit., p. H-18.

valores más altos se emplean para el caso de suelos finos de consistencia media a blanda y con posibilidades de sufrir asentamientos por consolidación a mediano y largo plazo.[3]

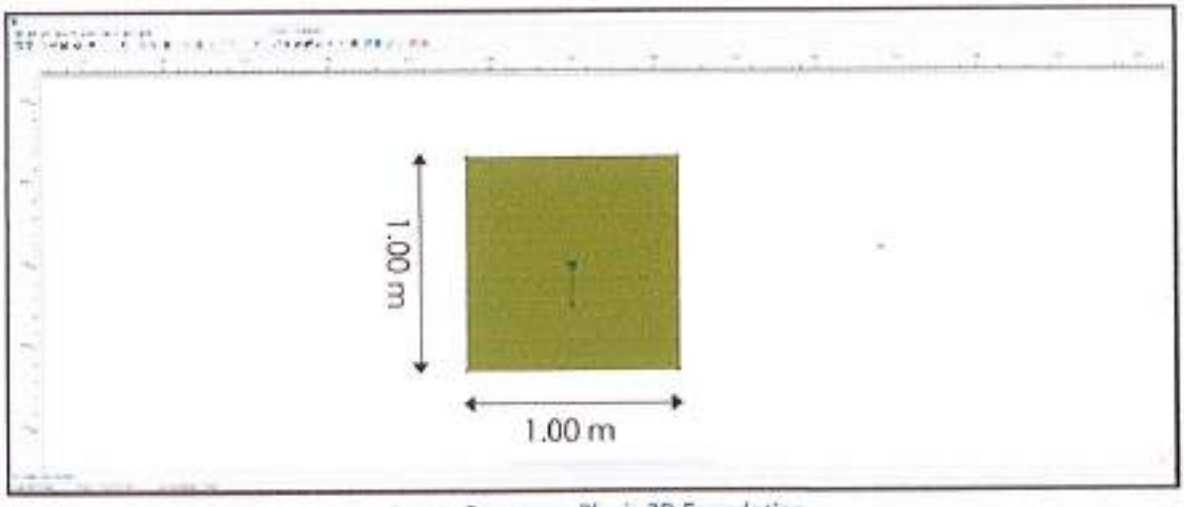
Tabla 18. Asentamiento total admisible[4]

Tipo de Estructura	Asentamiento total Admisible (mm)
Edificios de oficinas o residenciales	12 a 50 25 es el valor más común
Edificios Industriales, Fábricas	25 a 75
Puentes	50

5.5.1. Metodología para el cálculo de asentamientos

Se analizarán los asentamientos de la cimentación con ayuda del software Plaxis 3D Foundation. Este método esencialmente divide la masa de suelo en unidades discretas que se llaman elementos finitos. Estos elementos se interconectan en sus nodos y en bordes predefinidos. El método tipicamente utilizado es el de la formulación de desplazamientos, el cual presenta los resultados en forma de esfuerzos y desplazamientos a los puntos nodales. La condición de falla obtenida es la de un fenómeno progresivo en donde no todos los elementos fallan simultáneamente.

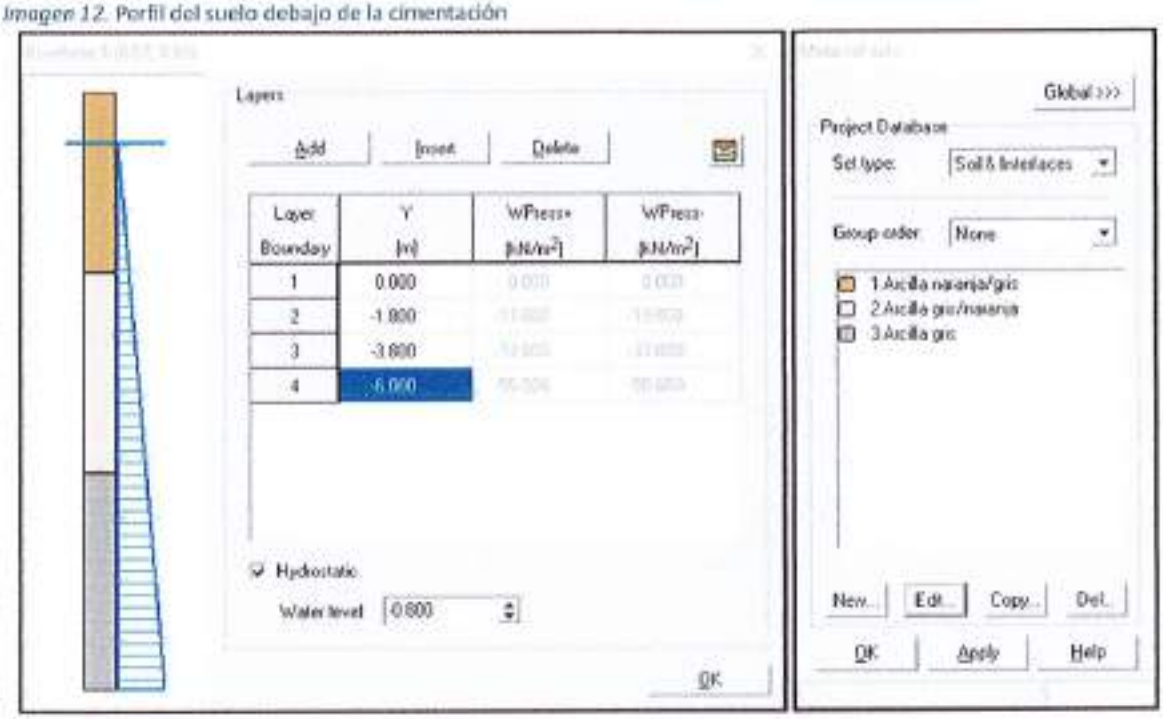
Imagen 11. Modelo geométrico de la cimentación



Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

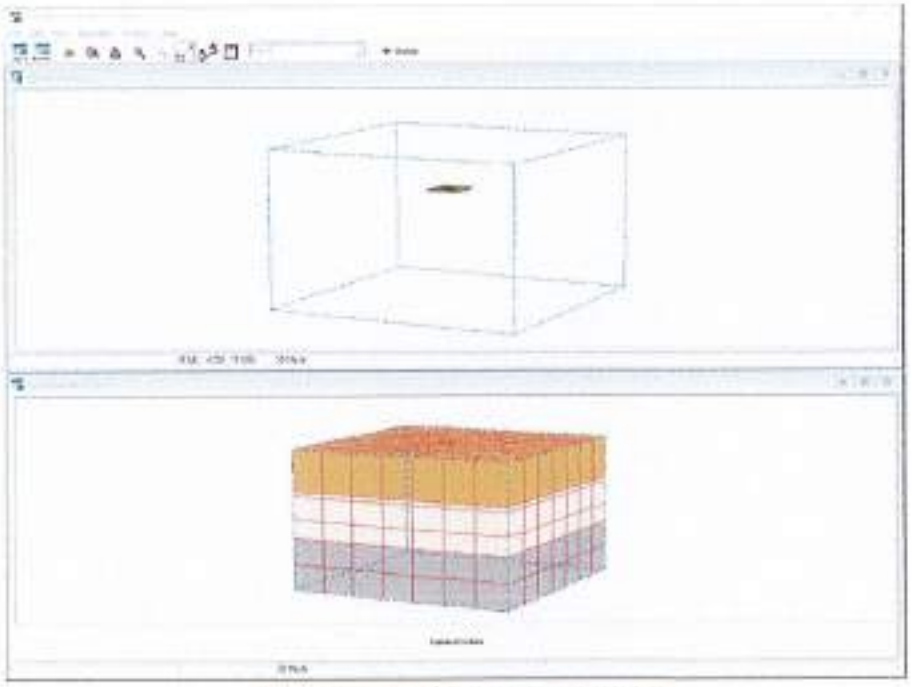
[3] PINEDA, José Ricardo. Op. Cit., p 192.
[4] CODUTO. Op. cit., p 29.

Imagen 12. Perfil del suelo debajo de la cimentación



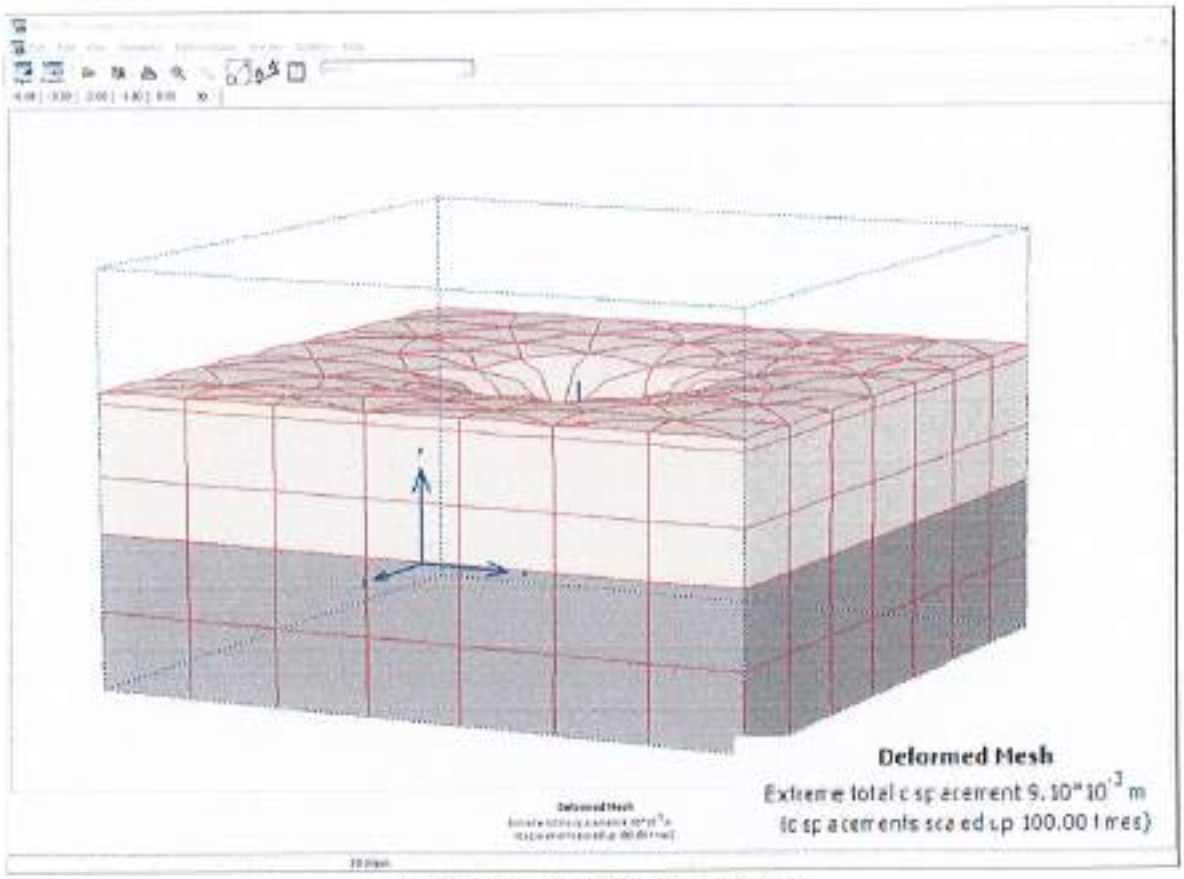
Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Imagen 13. Generación de la malla de cimentación



Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Imagen 14. Malla deformada de cimentación



Fuente: Programa Plaxis 3D Foundation

Resultados

Carga : 186 kN (18.6 Ton)
Asentamiento : 9.10 x 10-3 m = 9.1 mm profundidad de cimentación nivel -1.50 m.

Según los resultados, se tiene que los asentamientos esperados en el perfil de diseño considerado, son menores a los establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente (NSR-10), y los recomendados en la tabla 21 (Se = 25 mm) por lo que se considera que el dimensionamiento de la cimentación es satisfactorio.

5.5.2. Selección de la alternativa de cimentación más favorable

De acuerdo con los resultados presentados en numerales anteriores se recomienda cimentar con zapatas aisladas en concreto reforzado de dimensiones mínimas de

1.0x1.0 m. Para llegar al nivel de cimentación recomendado es posible construir un dado en concreto ciclópeo a partir de los -1.50 m de profundidad con el propósito de trasmitir las cargas por debajo de los -1.80 m de profundad.

Con el fin de controlar posibles asentamientos diferenciales se deberán conectar los elementos estructurales a nivel de cimentación con vigas de amarre de dimensiones minimas de 0.25x0.25 m.

5.5.3. Excavaciones para cimentación

Las excavaciones para la cimentación podrán proyectarse con taludes verticales dado su carácter temporal, se debe evitar someterlas demasiado tiempo a la acción de los agentes atmosféricos. El material deberá colocarse a una distancia conveniente de la excavación, para evitar riesgos de material suelto que caiga dentro de la misma.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis efectuado en el presente Informe Técnico, en base a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles estratigráficos obtenidos y al conocimiento de los suelos encontrados, se concluye:

- El Estudio Geológico y Geotécnico con fines de los "CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", se llevó a cabo en la vereda La Arenosa, sector rural del Municipio de Arauquita.
- El alcance de este estudio es la exploración de suelos, geología y geotecnia para el diseño de la cimentación de las obras proyectadas.
- La Arenosa se encuentra implantado sobre depósitos cuaternarios con morfología completamente plana.
- En el área de estudio se identificó una unidad geológica correspondiente a Depósitos de Aluviales en Planicies Extensas (Qa).
- El Servicio Geológico Colombiano estable que el municipio de Arauquita se encuentra en zona de amenaza sísmica intermedia. Presenta un perfil de suelo Tipo E (N<15). El coeficiente de Importancia I es de 1.25 perteneciente al grupo III (Edificaciones de atención a la comunidad – Escuelas, colegios).
- El lote objeto del estudio se encuentran en zonas moderadamente estables, zonas de relieve positivo con bajo riesgo de inundación.
- No se encontraron zonas con riesgos de fallas geológicas garantizando la no presencia de puntos críticos debido a este aspecto.
- Para caracterizar los suelos de cimentación se realizaron tres sondeos manuales con equipo a percusión hasta una profundidad de 6.00 m, extrayendo muestras para determinación de humedad, granulometría, límites de consistencia y parámetros de resistencia.
- Los suelos de la zona están compuestos por arcillas de mediana plasticidad con porcentajes de arena entre 7.20%, 10.34% e índice de plasticidad, IP entre 16.04% y 19.64%.
- Durante la ejecución de los sondeos exploratorios el nivel freático se detectó a una profundidad de 0.90 m.

- Los resultados de los ensayos de penetración estándar (SPT) dieron valores de N_{SPT} entre 3 y 13 (consistencia suelta a firme para las arcillas encontradas).
- Los parámetros de resistencia de los suelos mediante correlaciones de los ensayos de SPT ejecutados en campo dieron valores del ángulo de fricción interna entre 1.0° y 5.40° y de cohesión entre 0.18 kg/cm² y 0.76 kg/cm².
- Con la finalidad de determinar los parámetros de resistencia de suelos encontrados se realizaron ensayos de compresión inconfinada resultando valores de cohesión C de 0.27 y 0.61 kg/cm².
- La capacidad portante admisible mínima a 1.80 m de profundidad obtenida para un cimiento cuadrado de relación B/L = 1.00 es de 18.6 Ton/m².
- Los asentamientos máximos esperados totales son menores a 25 mm y corresponden a asentamientos elásticos y por consolidación primaria.

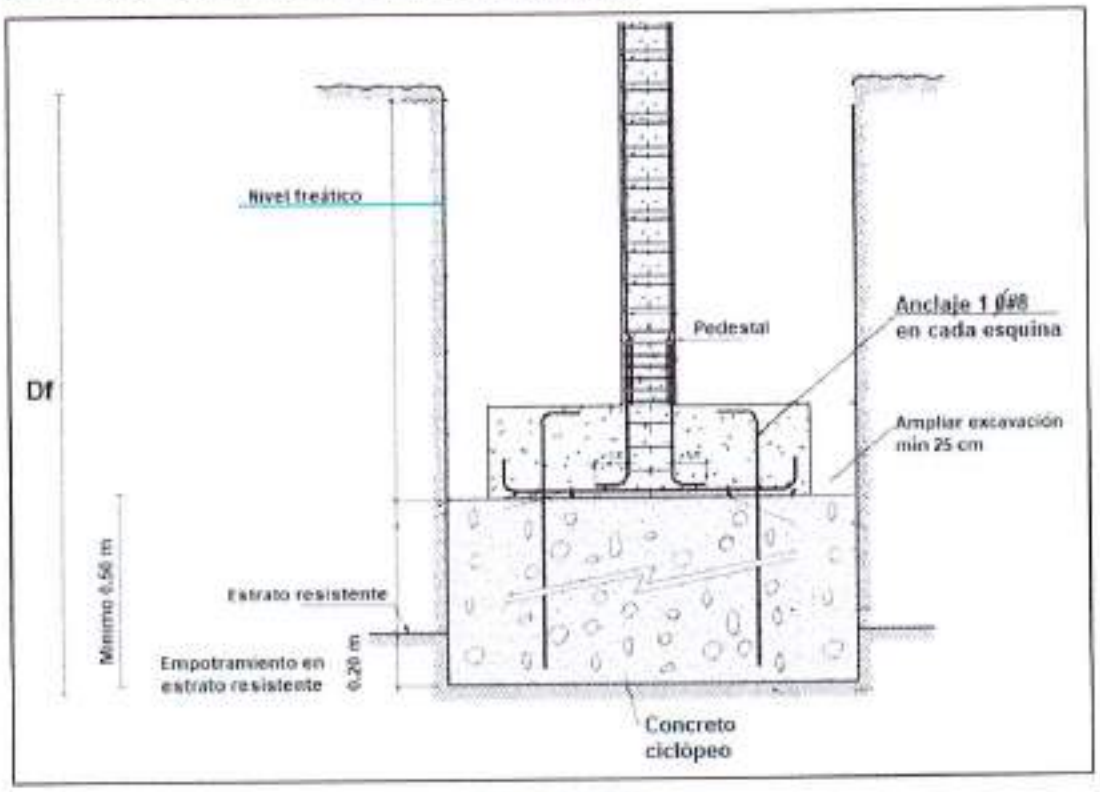
6.1. RECOMENDACIONES GENERALES DE CIMENTACIONES

Al evaluar las condiciones geotécnicas encontradas y teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables para la cimentación, podemos definir que la capacidad admisible del suelo es adecuada para recibir la carga de trabajo para soportar las estructuras proyectadas mediante zapatas aisladas cimentadas a 1.80 m de profundidad.

- Se recomienda como alternativa de cimentación zapata aisladas en concreto reforzado con vigas de amarre en concreto reforzado para el control de asentamientos diferenciales. Es posible construir un dado de concreto ciclópeo por debajo de 1.50 m de profundidad para llevar las cargas de las zapatas hasta la profundidad mínima de cimentación.
- Para las losas de piso, generalmente con cargas inferiores a 20 kPa (2Ton/m2), es recomendable apoyar el piso sobre una sustitución de material granular de 15 cm de espesor mínimo. El espesor de estas losas puede ser del orden de 7 cm, sin refuerzo para secciones menores a 15 m2 y relaciones de largo ancho no superiores a 1.25. Para superficies mayores, es indispensable colocar refuerzo de repartición para controlar las fisuras derivadas del cambio de temperatura. El mejoramiento del suelo debe realizarse retirando el material del suelo por debajo del nivel de fundación de la losa y reemplazarlo por material granular TM 2" compactado al 95% del Proctor modificado, para después aplicar una capa de concreto de saneamiento de 5 cm de espesor mínimo. Dependiendo de las cotas de diseño de la placa de cimentación, se determinará si es

necesario realizar una excavación para la colocación del material granular de mejoramiento o si éste se deberá colocar sobre el relleno actual.

Imagen 15. Solución de cimentación con dado en concreto ciclópeo

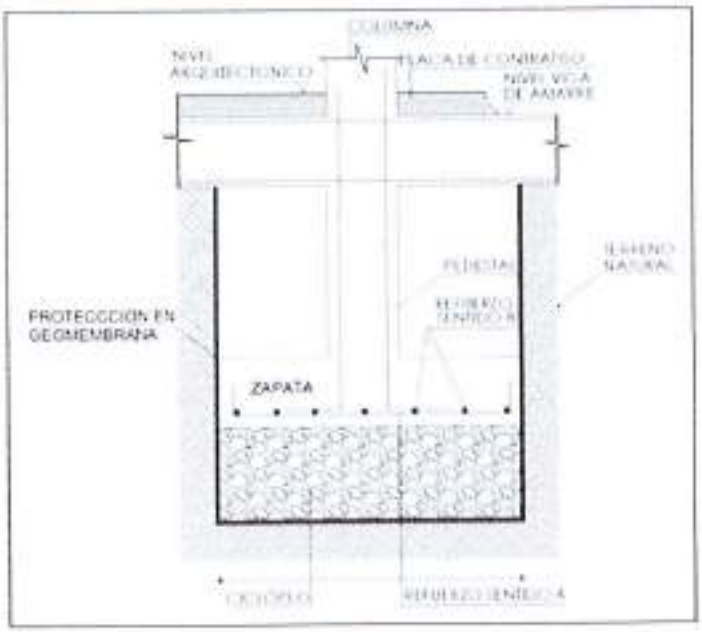


Fuente: Propia

- Antes de iniciar con las labores de construcción deberán realizarse las actividades de desmonte y limpieza. Se deberá excavar y retirar la capa vegetal y todo material inadecuado. Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, deberá escarificar, conformar y compactar en una profundidad de 15 cm. Cuando el material se vaya a colocar sobre turba o suelos blandos, se deberá asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales, sino es posible hacerlo, se deberá considerar un tratamiento previo de consolidación o la utilización de cualquier otro medio que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir los esfuerzos debido al peso del relleno terminado. El material de relleno se colocará en capas sensiblemente paralelas de 30 cm como máximo y deberá compactarse mínimo al 90% del Proctor modificado empleando equipos mecánicos para tal caso. No se extenderá la siguiente capa hasta que se hay comprobado que la subyacente cumpla con las condiciones de compactación exigidas.

- Se recomienda que los últimos 20 cm se emplee material granular TM 2" compactado al 95% del Proctor Modificado, evitando así la presencia de grietas pequeñas en los muros y/o placas de piso. Este material de mejoramiento servirá de apoyo para las losas de concreto hidráulico designado como subbase granular con un espesor mínimo de 20 cm, deberá cumplir los requisitos exigidos en el artículo 320-13, el cual destaca las condiciones mínimas recomendadas para suministro, transporte, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado. Se puede emplear la granulometría descrita en el artículo 320-13 tipo SBG-50 o SBG-38, dependiendo de las características encontradas de los materiales aledaños a la zona del proyecto.
- Se recomienda aislar la cimentación del ingreso de humedad mediante la colocación de una geomembrana de polietileno de alta densidad (HPDE) o de policloruro de vinilo (PVC) de 2 mm, esta se colocaría después de realizado el corte en el fondo de la excavación y se sube en el perímetro de la excavación hasta llegar a la superficie cerrándola contra el cimiento para generar una barrera impermeable. La geomembrana debe ser de muy alta calidad cuya principal característica es una baja permeabilidad, flexibilidad y una alta resistencia.

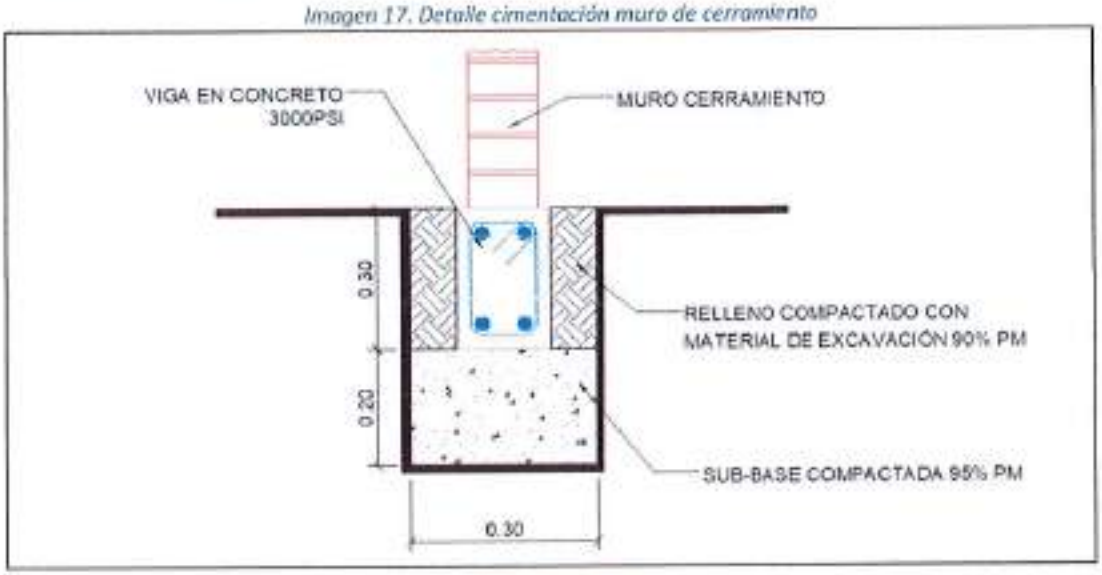
Imagen 16. Detalle de protección de cimiento con geomembrana



Fuente: Propia

- Para muros de cerramiento, se recomienda proyectar una cimentación corrida con una viga en concreto f'c = 3000 psi de dimensiones mínimas de 0.20x0.30 m, con refuerzo mínimo de 4 varillas de 3/8" de 420 Mpa, desplantada a una profundidad mínima de 50 cm, para cual deberá realizarse un mejoramiento de 20 cm con subbase granular tipo INVIAS SBG-50 o SBG-38, compactada al 95% del Proctor modificado; siendo ésta el tipo de cimentación más apropiada para la estructura diseñada

Imagen 17. Detalle cimentación muro de cerramiento



Fuente: Propia

- Las capacidades admisibles reportadas aplican solamente para las obras mencionadas o para aquellas que se encuentren dentro del plan de construcción.
- En todo caso las condiciones en campo deben ser verificadas por el geotecnista del proyecto durante la realización de la obra y ajustar los parámetros a los suelos encontrados diferentes a los reportados en este informe o en su defecto comunicarse con el laboratorio para realizar los ajustes respectivos.

NOMBRE: JOAQUIN EDUARDO DELGADO M.
ESPECIALIDAD: GEOTECNIA AMBIENTAL
M.P. No: 54202-72031 NTS

7. ANEXOS

7.1. ANEXO 1. REGISTRO DE SONDEOS EXPLORATORIOS

REGISTRO DE SONDEO EXPLORATORIO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA — **Contrato No.** — **Fecha:** NOVIEMBRE DE 2024

SONDEO No. S-01 — **Sector:** CAMERINOS — **Coordenadas:** 6°57'38.39"N 71° 9'50.83"O

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN SUC	CLASIFICACIÓN AASHTO	MUESTRA No.	PROF. mts.	LITOLOGÍA	GRANULOMETRÍA GRAVA %	GRANULOMETRÍA ARENA %	GRANULOMETRÍA LIMO %	GRANULOMETRÍA ARCILLA %	LIMITES PLASTICIDAD LL %	LIMITES PLASTICIDAD LP %	LIMITES PLASTICIDAD IP %	HUM. NATURAL %	PESO UNITARIO Ton/m3	SPT N1 0.15	SPT N2 0.30	SPT N3 0.45	SPT N	Cohesion C Kg/cm2	Angulo Fricción ϕ°	Capacidad Admisible (kg) Ton/m2	Modulo de Young (Es) Kg/cm2
COBERTURA VEGETAL				0.00															Bowles			Bulnr. 1974
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color naranja con vetas grises	CL	A-7-6 IG=19	N.F. 0.90 1 CP 1 TS	0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60 1.80		0.00	9.15	-	90.85	45.30	31.42	13.88	25.24	1.788	2	2	7	4	0.18	-		23
						NIVEL MÍNIMO DE CIMENTACIÓN																
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color gris con vetas naranjas	CL	A-7-6 IG=20	CP 2 TS CP	2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00 3.20 3.40 3.60		0.00	9.90	-	90.10	46.40	26.76	19.64	31.08	1.873	2 3	4 6	5 7	9 13	0.41 0.59	-		53 77
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color gris	CL	A-7-6 IG=18	CP 3 TS CP	3.80 4.00 4.20 4.40 4.60 4.80 5.00 5.20 5.40 5.60 5.80 6.00		0.00	7.60	-	92.40	43.80	26.28	17.52	32.81	1.956	4 4	6 7	8 8	14 15	0.70 0.76	-		91 99

Gráfico N vs Profundidad

Fin de la exploración

Equipo: SPT MANUAL

CP: CUCHARA PARTIDA PC: PUNTAZA CONICA TS: TUBO SHELBY B: BARRENO N.F.: Nivel freatico

Perforador: ENDERSON JADIR CACUA RICO

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincoeam@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

REGISTRO DE SONDEO EXPLORATORIO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA — **Contrato No.** — **Fecha:** NOVIEMBRE DE 2024

SONDEO No. S-02 — **Sector:** CERRAMIENTO PERIMETRAL — **Coordenadas:** 6°57'37.21"N 71° 9'50.17"O

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN SUC	CLASIFICACIÓN AASHTO	MUESTRA No.	PROF. mts.	LITOLOGÍA	GRANULOMETRÍA GRAVA %	GRANULOMETRÍA ARENA %	GRANULOMETRÍA LIMO %	GRANULOMETRÍA ARCILLA %	LIMITES PLASTICIDAD LL %	LIMITES PLASTICIDAD LP %	LIMITES PLASTICIDAD IP %	HUM. NATURAL %	PESO UNITARIO Ton/m3	SPT N1 0.15	SPT N2 0.30	SPT N3 0.45	SPT N	Cohesión C Kg/cm2	Angulo Fricción Ø°	Capacidad Admisible (Rk) Ton/m2	Modulo de Young (Ek) Kg/cm2
COBERTURA VEGETAL				0.00															Bowles			Butler, 1974
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color naranja con vetas grises	CL	A-7-6 IG=18	N.F. CP 1 TS	0.20 0.40 0.60 0.80 1.00 1.20 1.40 1.60 1.80		N.F. 0.90 0.00	10.14	-	89.86	44.00	26.35	17.65	19.59	1.763	2	2	2	4	0.18	-		23
						NIVEL MÍNIMO DE CIMENTACIÓN																
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color gris con vetas naranjas	CL	A-7-6 IG=18	CP 2 TS CP	2.00 2.20 2.30 2.60 2.80 3.00 3.10 3.40 3.60 3.80		0.00	10.34	-	89.66	43.40	25.39	18.01	28.77	1.883	3 4	4 5	5 7	9 12	0.41 0.53	-		53 69
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color gris	CL	A-7-6 IG=18	CP 3 TS CP	4.00 4.20 4.40 4.60 4.80 5.00 5.20 5.40 5.60 5.80 6.00		0.00	7.20	-	92.80	43.00	25.66	17.34	31.94	1.963	5 5	6 7	8 7	14 14	0.70 0.70	-		91 91

Fin de la exploración

Equipo: SPT MANUAL

CP: CUCHARA PARTIDA PC: PUNTAZA CERRADA TS: TUBO SHELBY B: BARRENO N.F.: Nivel freático

Perforador: ENDERSON JADIR CACUA RICO

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seincoledm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

REGISTRO DE SONDEO EXPLORATORIO

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE: DEPARTAMENTO DE ARAUCA — **Contrato No.** — **Fecha:** NOVIEMBRE DE 2024

SONDEO No. S-03 — **Sector:** ÁREA ADMINISTRATIVA — **Coordenadas:** 6°57'37.78"N 71° 9'49.78"O

DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN SUC	CLASIFICACIÓN AASHTO	MUESTRA No.	PROF. mts.	LITOLOGÍA	GRANULOMETRÍA GRAVA %	GRANULOMETRÍA ARENA %	GRANULOMETRÍA LIMO %	GRANULOMETRÍA ARCILLA %	LIMITES PLASTICIDAD LL %	LIMITES PLASTICIDAD LP %	LIMITES PLASTICIDAD IP %	HUM. NATURAL %	PESO UNITARIO Ton/m3	SPT N1 0.15	SPT N2 0.30	SPT N3 0.45	SPT N	Gráfico N vs Profundidad	Cohesion C Kg/cm2	Angulo Fricción ϕ°	Capacidad Admisible (ad) Ton/m2	Modulo de Young (Es) Kg/cm2
COBERTURA VEGETAL				0.00																Bowles			Butler, 1974
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color naranja con vetas grises	CL	A-7-6 IG=18	N.F. 1 CP	0.20 / 0.40 / 0.60 / 0.80 / 1.00 / 1.20 / 1.40 / 1.60 / 1.70		N.F. 0.90 — 0.00	9.61	-	90.39	43.80	25.47	18.33	27.96	1.789	2	2	2	4		0.38	-		23
						NIVEL MÍNIMO DE CIMENTACIÓN																	
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color gris con vetas naranjas	CL	A-7-6 IG=17	CP 2 TS CP CP	2.00 / 2.10 / 2.40 / 2.60 / 2.80 / 3.00 / 3.20 / 3.40 / 3.60 / 3.80 / 4.00		0.00	8.74	-	91.26	41.30	24.87	16.43	30.84	1.885	2	3	3	6		0.29	-		38
															3	4	5	10		0.47	-		61
															4	6	8	14		0.70	-		91
ARCILLA CON POCA ARENA De mediana plasticidad Color gris	CL	A-7-6 IG=26	3 TS CP	4.20 / 4.40 / 4.60 / 4.80 / 5.00 / 5.20 / 5.40 / 5.60 / 5.80 / 6.00		0.00	9.37	-	90.63	42.80	26.76	16.04	31.45	1.975	5	6	6	12		0.59	-		77

Fin de la exploración

Equipo: SPT MANUAL

CP: CUCHARA PARTIDA PC: PUNTAZA CIEGA TS: TUBO SHELBY B: BARRENO N.F.: Nivel freático

Perforador: ENDERSON JADIR CACUA RICO

7.1. ANEXO 2. ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-01
MUESTRA: M1

Peso Total 1: 820.00 grs
Peso Total 2: 75.00 grs
Pérdida por Lavado: 745.00 grs

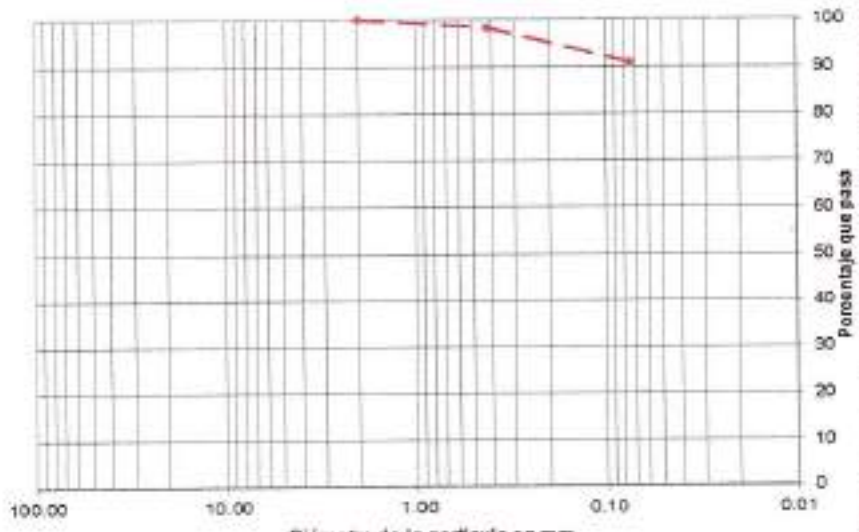
Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color naranja con vetas grises

LL: 45.30
IP: 18.92

USC: CL
AASHTO: A-7-6 (19)

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	14.00	1.71	1.71	98.29	-
0.075 mm	No. 200	61.00	7.44	9.15	90.85	-
Fondo		745.00	90.85	100.00	0.00	-
Suma=		820.00	100.0			

Cu=
Cc=

GRAVAS	0.00 %
ARENAS	9.15 %
FINOS	90.85 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

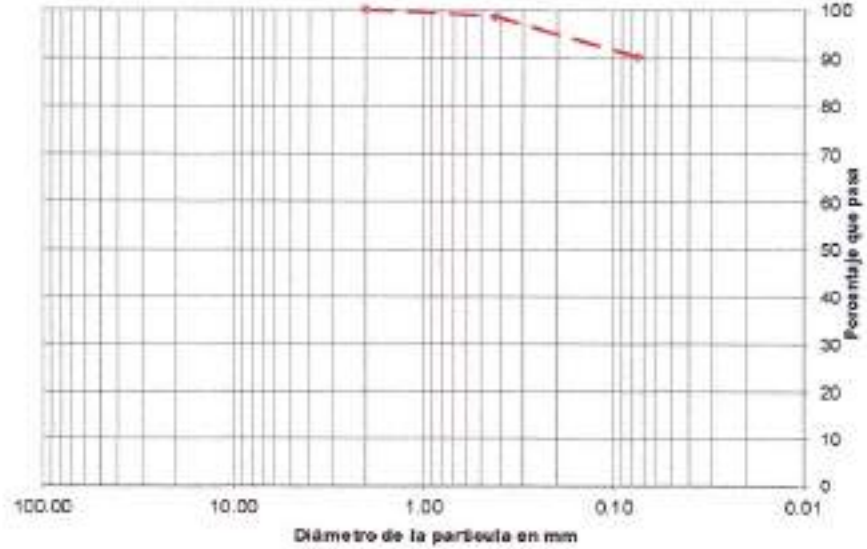
SONDEO: S-01
MUESTRA: M2

Peso Total 1	798.00 grs
Peso Total 2	79.00 grs
Pérdida por Lavado	719.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color gris con vetas naranjas

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

LL: 46.40
IP: 19.64
USC: CL
AASHTO: A-7-6 (20)

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.760 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	13.00	1.63	1.63	98.37	-
0.075 mm	No. 200	66.00	8.27	9.90	90.10	-
Fondo		719.00	90.10	100.00	0.00	-
Suma=		798.00	100.0			

Cu=	GRAVAS	0.00 %
Cc=	ARENAS	9.90 %
	FINOS	90.10 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JASIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-01
MUESTRA: M3

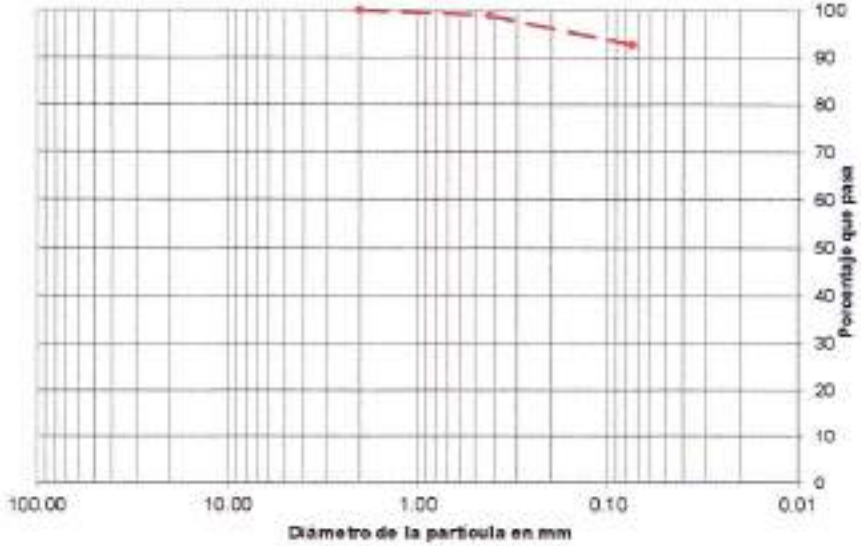
Peso Total 1	789.00 grs
Peso Total 2	60.00 grs
Pérdida por Lavado	729.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color gris

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

LL: 43.80 **USC:** CL
IP: 17.52 **AASHTO:** A-7-6 (18)

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	11.00	1.39	1.39	98.61	-
0.075 mm	No. 200	49.00	6.21	7.60	92.40	-
Fondo		729.00	92.40	100.00	0.00	-
Suma=		789.00	100.0			

Cu=
Cc=

GRAVAS	0.00 %
ARENAS	7.60 %
FINOS	92.40 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No.

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

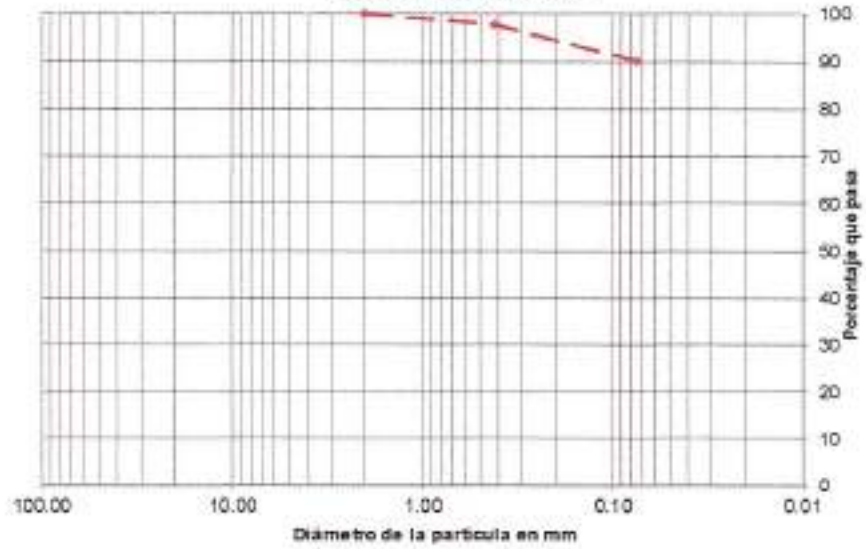
SONDEO: S-02
MUESTRA: M1

Peso Total 1	878.00 grs
Peso Total 2	89.00 grs
Pérdida por Lavado	789.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color naranja con vetas grises

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

LL: 44.00
IP: 17.65
USC: CL
AASHTO: A-7-6 (19)

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	20.00	2.28	2.28	97.72	-
0.075 mm	No. 200	69.00	7.86	10.14	89.86	-
Fondo		789.00	89.86	100.00	0.00	-
Sumas		878.00	100.0			

Cu=	GRAVAS	0.00 %
Cc=	ARENAS	10.14 %
	FINOS	89.86 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No.:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: S-02
MUESTRA: M2

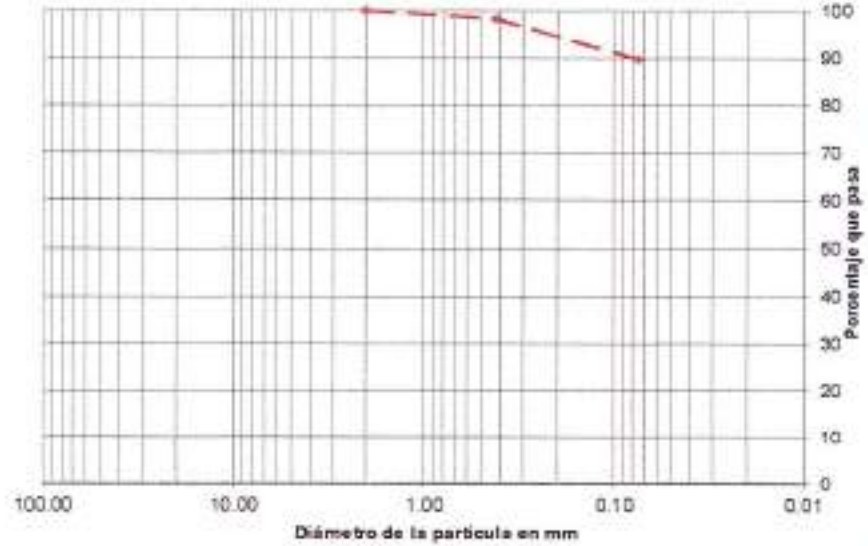
Peso Total 1	803.00 grs
Peso Total 2	83.00 grs
Pérdida por Lavado	720.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color gris con vetas naranjas

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

LL: 43.40 **USC:** CL
IP: 18.01 **AASHTO:** A-7-6 (18)

CURVA GRANULOMETRICA



Ref NTC 77-78

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	15.00	1.87	1.87	98.13	-
0.075 mm	No. 200	68.00	8.47	10.34	89.66	-
Fondo		720.00	89.66	100.00	0.00	-
Suma=		803.00	100.0			

Cu=	GRAVAS	0.00 %
Cc=	ARENAS	10.34 %
	FINOS	89.66 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No.:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

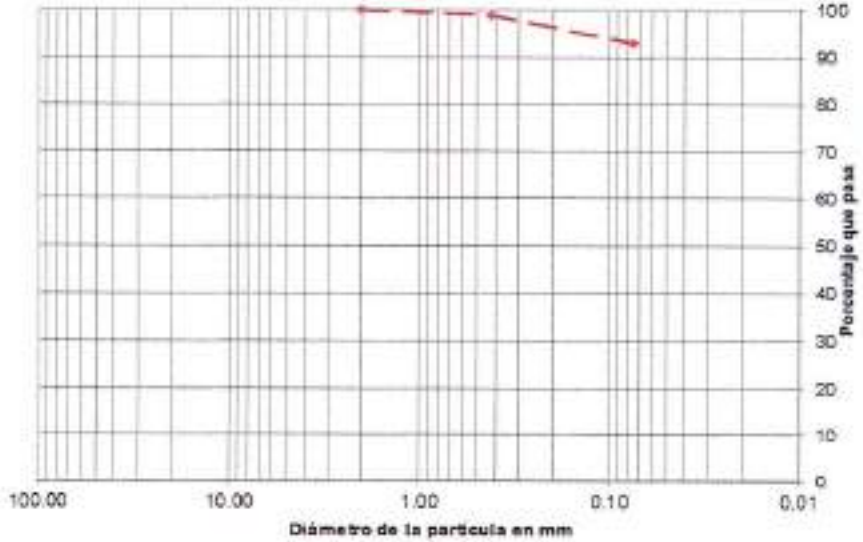
SONDEO: S-02
MUESTRA: M3

Peso Total 1	764.00 grs
Peso Total 2	55.00 grs
Pérdida por Lavado	709.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color gris

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

LL: 43.00
IP: 17.34
USC: CL
AASHTO: A-7-6 (18)

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	10.00	1.31	1.31	98.69	-
0.075 mm	No. 200	46.00	5.89	7.20	92.80	-
Fondo		709.00	92.80	100.00	0.00	-
Sumas=		764.00	100.0			

Cu=	GRAVAS	0.00 %
Cc=	ARENAS	7.20 %
	FINOS	92.80 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No.:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

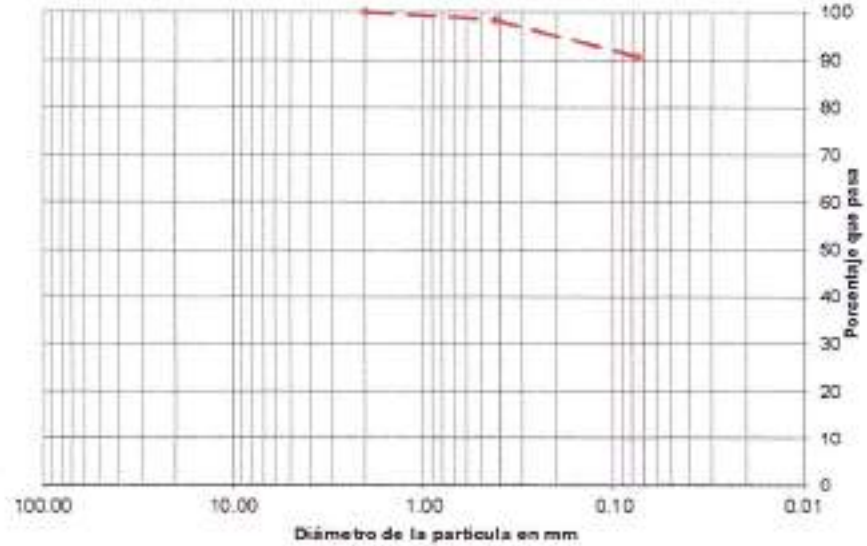
SONDEO: S-03
MUESTRA: M1

Peso Total 1 812.00 grs
Peso Total 2 78.00 grs
Perdida por Lavado 734.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color naranja con vetas grises

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

LL: 43.60
IP: 18.33
USC: CL
AASHTO: A-7-6 (18)

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	15.00	1.97	1.97	98.03	-
0.075 mm	No. 200	62.00	7.64	9.61	90.39	-
Fondo		734.00	90.39	100.00	0.00	-
Suma=		812.00	100.0			

Cu=
Cc=

GRAVAS	0.00 %
ARENAS	9.61 %
FINOS	90.39 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL:
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO:
ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No.:

FECHA:
NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

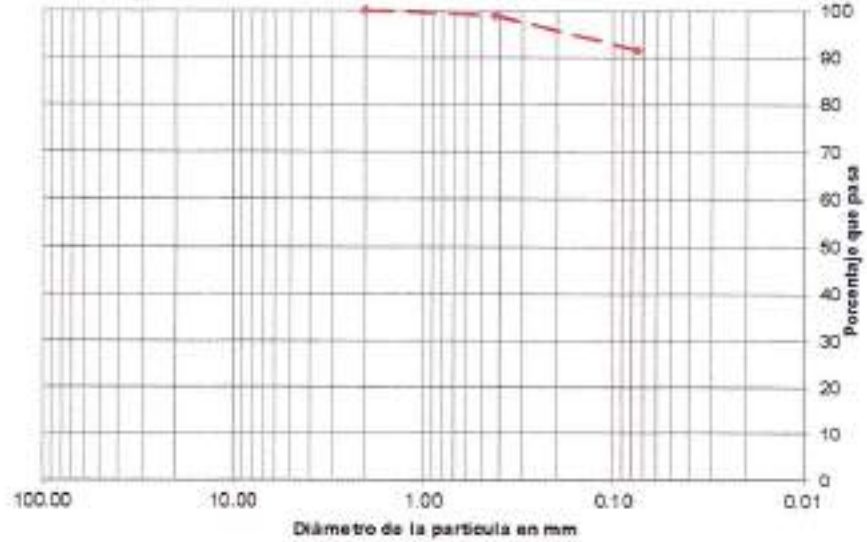
SONDEO: S-03
MUESTRA: M2

Peso Total 1 801.00 grs
Peso Total 2 70.00 grs
Pérdida por Lavado 731.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color gris con vetas naranjas

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref. NTC 77-78

LL: 41.30
IP: 16.43
USC: CL
AASHTO: A-7-6 (17)

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	11.00	1.37	1.37	98.63	-
0.075 mm	No. 200	59.00	7.37	8.74	91.26	-
Fondo		731.00	91.26	100.00	0.00	-
Suma=		801.00	100.0			

Cu=
Cc=

GRAVAS	0.00 %
ARENAS	8.74 %
FINOS	91.26 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

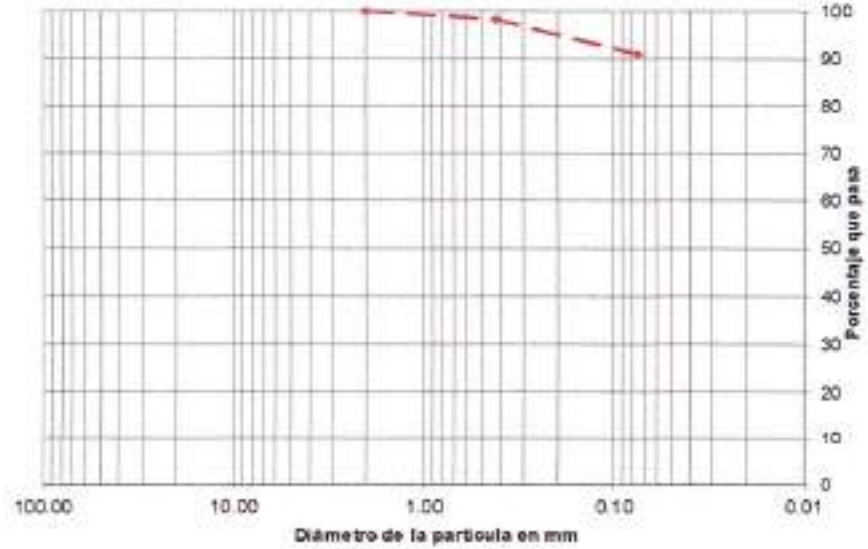
SONDEO: S-03
MUESTRA: M3

Peso Total 1	779.00 grs
Peso Total 2	73.00 grs
Pérdida por Lavado	706.00 grs

Descripción: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
Con poco contenido de arena
Color gris

GRAVAS		ARENAS			LIMO Y/O ARCILLA
Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

LL: 42.80 USC: CL
IP: 16.04 AASHTO: A-7-6 (16)

TAMIZ Normal	TAMIZ Alterno	Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	NORMA
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	0.00	0.00	0.00	100.00	-
0.420 mm	No. 40	14.00	1.80	1.80	98.20	-
0.075 mm	No. 200	59.00	7.57	9.37	90.63	-
Fondo		706.00	90.63	100.00	0.00	-
Suma=		779.00	100.0			

Cu=	GRAVAS	0.00 %
Cc=	ARENAS	9.37 %
	FINOS	90.63 %

PROYECTO:
CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

SOLICITANTE:
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

LABORATORISTA: ENDERSON JADIR CACUA RICO

REVISO: ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

CONTRATO No.:

FECHA: NOVIEMBRE DE 2024

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

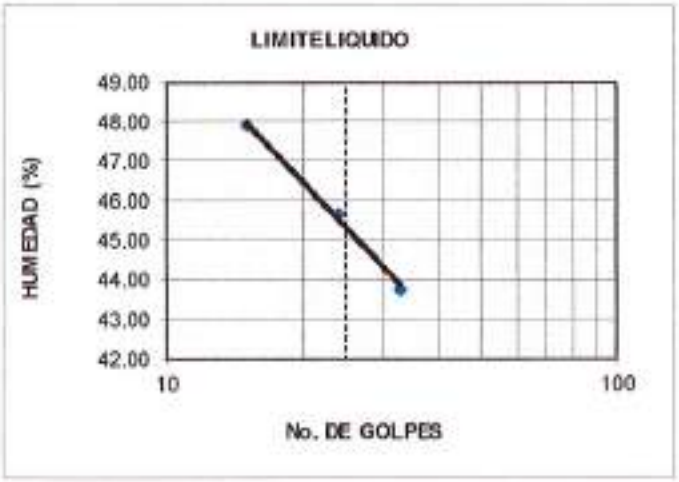
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE:	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No.:	S-01
PROFUNDIDAD:	0.00 - 1.90 m	MUESTRA No.:	1
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	33	24	15	
NUMERO DEL RECIPIENTE	A	B	C	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	17.74	17.28	17.50	
PESO HUMEDO (Gr.)	38.24	40.35	39.98	
PESO SECO (Gr.)	32.00	33.12	32.70	
HUMEDAD (%)	43.76	45.64	47.89	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	D	E		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.54	17.25		
PESO HUMEDO (Gr.)	25.14	24.99		
PESO SECO (Gr.)	23.35	23.37		
HUMEDAD (%)	26.28	26.47		



LIMITE LIQUIDO (%)	45.30
LIMITE PLASTICO (%)	26.38
INDICE DE PLASTICIDAD	18.92

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	19
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	9.15
%FINOS	90.85

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-01
PROFUNDIDAD :	1.90 - 3.40 m	MUESTRA No. :	2
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS CON VETAS NARANJAS		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	31	23	14	
NUMERO DEL RECIPIENTE	F	G	H	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.14	17.32	17.19	
PESO HUMEDO (Gr.)	31.32	36.75	31.59	
PESO SECO (Gr.)	26.65	30.46	26.80	
HUMEDAD (%)	44.43	47.87	49.84	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	I	J		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	15.33	17.20		
PESO HUMEDO (Gr.)	24.46	27.31		
PESO SECO (Gr.)	22.52	25.19		
HUMEDAD (%)	26.98	26.53		



LIMITE LIQUIDO (%)	46.40
LIMITE PLASTICO (%)	26.76
INDICE DE PLASTICIDAD	19.64

CLASIFICACION	
AASHTO	A-7-6
I.G.	20
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	9.90
%FINOS	90.10

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	**FECHA**	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		**SONDEO No. :**	S-01
PROFUNDIDAD :	3.40 - 6.00 m	**MUESTRA No. :**	3
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	34	26	15	
NUMERO DEL RECIPIENTE	A	B	C	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	17.74	17.28	17.50	
PESO HUMEDO (Gr.)	39.85	41.69	40.81	
PESO SECO (Gr.)	33.40	34.35	33.35	
HUMEDAD (%)	41.19	44.17	47.07	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	D	E		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.54	17.25		
PESO HUMEDO (Gr.)	24.84	24.18		
PESO SECO (Gr.)	23.11	22.74		
HUMEDAD (%)	26.33	26.23		



LIMITE LIQUIDO (%)	43.80
LIMITE PLASTICO (%)	26.28
INDICE DE PLASTICIDAD	17.52

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	18
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	7.60
%FINOS	92.40

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIML MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE:	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-02
PROFUNDIDAD:	0.00 - 2.30 m	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN:	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	33	23	16	
NUMERO DEL RECIPIENTE	F	G	H	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.14	17.32	17.19	
PESO HUMEDO (Gr.)	38.44	40.51	36.57	
PESO SECO (Gr.)	32.08	33.16	30.22	
HUMEDAD (%)	39.90	46.40	48.73	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	I	J		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	15.33	17.20		
PESO HUMEDO (Gr.)	23.68	24.33		
PESO SECO (Gr.)	21.93	22.85		
HUMEDAD (%)	26.52	26.19		



LIMITE LIQUIDO (%)	44.00
LIMITE PLASTICO (%)	26.35
INDICE DE PLASTICIDAD	17.65

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	18
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	10.14
%FINOS	89.86

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

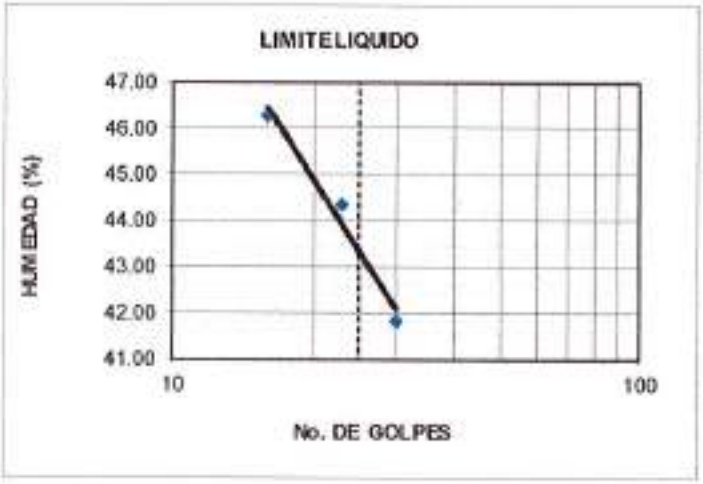
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-02
PROFUNDIDAD :	2.30 - 3.10 m	MUESTRA No. :	2
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS CON VETAS NARANJAS		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	30	23	16	
NUMERO DEL RECIPIENTE	A	B	C	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	17.74	17.28	17.50	
PESO HUMEDO (Gr.)	40.67	41.43	40.99	
PESO SECO (Gr.)	33.91	34.01	33.56	
HUMEDAD (%)	41.81	44.35	46.26	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	D	E		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.54	17.25		
PESO HUMEDO (Gr.)	24.59	25.00		
PESO SECO (Gr.)	22.95	23.44		
HUMEDAD (%)	25.59	25.20		



LIMITE LIQUIDO (%)	43.40
LIMITE PLASTICO (%)	25.39
INDICE DE PLASTICIDAD	18.01

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	18
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	10.34
%FINOS	89.66

Enderson Cacua

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-02
PROFUNDIDAD :	3.10 - 6.00 m	MUESTRA No. :	3
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	32	22	14	
NUMERO DEL RECIPIENTE	F	G	H	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.14	17.32	17.19	
PESO HUMEDO (Gr.)	40.57	43.58	39.81	
PESO SECO (Gr.)	33.45	35.50	32.69	
HUMEDAD (%)	41.13	44.44	45.94	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	I	J		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	15.33	17.20		
PESO HUMEDO (Gr.)	24.69	23.43		
PESO SECO (Gr.)	22.79	22.15		
HUMEDAD (%)	25.47	25.86		



LIMITE LIQUIDO (%)	43.00
LIMITE PLASTICO (%)	25.66
INDICE DE PLASTICIDAD	17.34

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	18
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	7.20
%FINOS	92.80

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

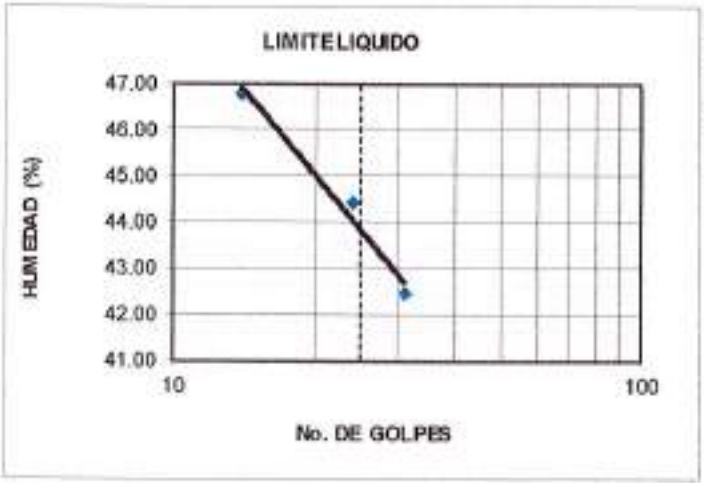
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-03
PROFUNDIDAD :	0.00 - 2.10 m	MUESTRA No. :	1
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	31	24	14	
NUMERO DEL RECIPIENTE	A	B	C	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	17.74	17.28	17.50	
PESO HUMEDO (Gr.)	45.16	42.41	40.57	
PESO SECO (Gr.)	36.99	34.68	33.22	
HUMEDAD (%)	42.44	44.43	46.76	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	D	E		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.54	17.25		
PESO HUMEDO (Gr.)	24.77	25.50		
PESO SECO (Gr.)	23.09	23.81		
HUMEDAD (%)	25.65	25.76		



LIMITE LIQUIDO (%)	43.80
LIMITE PLASTICO (%)	25.71
INDICE DE PLASTICIDAD	18.09

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	18
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	9.61
%FINOS	90.39

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-03
PROFUNDIDAD :	2.10 - 3.40 m	MUESTRA No. :	2
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS CON VETAS NARANJAS		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	32	25	15	
NUMERO DEL RECIPIENTE	A	B	C	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	17.74	17.28	17.50	
PESO HUMEDO (Gr.)	40.35	39.87	38.99	
PESO SECO (Gr.)	34.00	33.20	32.35	
HUMEDAD (%)	39.05	41.90	44.71	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	D	E		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.54	17.25		
PESO HUMEDO (Gr.)	23.81	22.48		
PESO SECO (Gr.)	22.36	21.44		
HUMEDAD (%)	24.91	24.82		



LIMITE LIQUIDO (%)	41.30
LIMITE PLASTICO (%)	24.87
INDICE DE PLASTICIDAD	16.43

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	17
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	8.74
%FINOS	91.26

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

LIMITES DE CONSISTENCIA O DE ATTERBERG

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA		
SOLICITANTE :	DEPARTAMENTO DE ARAUCA	FECHA	NOVIEMBRE DE 2024
LOCALIZACIÓN		SONDEO No. :	S-03
PROFUNDIDAD :	3.40 - 6.00 m	MUESTRA No. :	3
DESCRIPCIÓN :	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES		

LIMITE LIQUIDO

NUMERO DE GOLPES	33	23	16	
NUMERO DEL RECIPIENTE	F	G	H	
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	16.14	17.32	17.19	
PESO HUMEDO (Gr.)	39.57	40.85	41.25	
PESO SECO (Gr.)	32.80	33.74	33.62	
HUMEDAD (%)	40.64	43.30	46.44	

LIMITE PLASTICO

NUMERO DEL RECIPIENTE	I	J		
PESO DEL RECIPIENTE (Gr.)	15.33	17.20		
PESO HUMEDO (Gr.)	24.40	25.09		
PESO SECO (Gr.)	22.49	23.42		
HUMEDAD (%)	26.68	26.85		



LIMITE LIQUIDO (%)	42.80
LIMITE PLASTICO (%)	26.76
INDICE DE PLASTICIDAD	16.04

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-7-6
I.G.	16
U.S.C.	CL

%GRAVA	0.00
%ARENA	9.37
%FINOS	90.63

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-01
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	0.00 - 1.80 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES				

Diametro de la muestra (cm)	4.58		
Altura de la muestra (cm)	9.14		
Volumen de la muestra (cm3)	150.58		
W suelo húmedo (gr)	269.24		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.788		
W tara (gr)	74.83		
W tara + suelo húmedo (gr)	344.07		
W tara + suelo seco (gr)	289.81		
Humedad natural del suelo (%)	25.24		
Densidad seca (gr/cm3)	1.428		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			**SONDEO No.**	S-01
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	**PROFUNDIDAD**	1.80 - 3.60 m	**MUESTRA No.**	2
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD,COLOR GRIS CON VETAS NARANJAS				

Diametro de la muestra (cm)	4.67		
Altura de la muestra (cm)	9.31		
Volumen de la muestra (cm3)	159.47		
W suelo húmedo (gr)	298.69		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.873		
W tara (gr)	44.77		
W tara + suelo húmedo (gr)	343.46		
W tara + suelo seco (gr)	272.64		
Humedad natural del suelo (%)	31.08		
Densidad seca (gr/cm3)	1.429		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-01
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	3.60 - 6.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS				

Diametro de la muestra (cm)	4.71		
Altura de la muestra (cm)	8.19		
Volumen de la muestra (cm3)	142.70		
W suelo húmedo (gr)	279.12		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.956		
W tara (gr)	70.07		
W tara + suelo húmedo (gr)	349.19		
W tara + suelo seco (gr)	280.23		
Humedad natural del suelo (%)	32.81		
Densidad seca (gr/cm3)	1.473		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	0.00 - 1.80 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES				

Diametro de la muestra (cm)	4.64		
Altura de la muestra (cm)	8.40		
Volumen de la muestra (cm3)	142.04		
W suelo húmedo (gr)	250.42		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.763		
W tara (gr)	82.11		
W tara + suelo húmedo (gr)	332.53		
W tara + suelo seco (gr)	291.51		
Humedad natural del suelo (%)	19.59		
Densidad seca (gr/cm3)	1.474		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	1.80 - 3.80 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD,COLOR GRIS CON VETAS NARANJAS				

Diametro de la muestra (cm)	4.70		
Altura de la muestra (cm)	6.22		
Volumen de la muestra (cm3)	107.91		
W suelo húmedo (gr)	205.35		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.903		
W tara (gr)	44.77		
W tara + suelo húmedo (gr)	250.12		
W tara + suelo seco (gr)	204.24		
Humedad natural del suelo (%)	28.77		
Densidad seca (gr/cm3)	1.478		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-02
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	3.80 - 6.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS				

Diametro de la muestra (cm)	4.68		
Altura de la muestra (cm)	9.32		
Volumen de la muestra (cm3)	160.32		
W suelo húmedo (gr)	314.71		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.963		
W tara (gr)	63.18		
W tara + suelo húmedo (gr)	377.89		
W tara + suelo seco (gr)	301.71		
Humedad natural del suelo (%)	31.94		
Densidad seca (gr/cm3)	1.488		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	0.00 - 1.70 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR NARANJA CON VETAS GRISES				

Diametro de la muestra (cm)	4.58		
Altura de la muestra (cm)	6.04		
Volumen de la muestra (cm3)	99.51		
W suelo húmedo (gr)	178.02		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.789		
W tara (gr)	63.18		
W tara + suelo húmedo (gr)	241.20		
W tara + suelo seco (gr)	202.30		
Humedad natural del suelo (%)	27.96		
Densidad seca (gr/cm3)	1.398		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	1.70 - 4.00 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD,COLOR GRIS CON VETAS NARANJAS				

Diametro de la muestra (cm)	4.59		
Altura de la muestra (cm)	6.05		
Volumen de la muestra (cm3)	100.11		
W suelo húmedo (gr)	188.71		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.885		
W tara (gr)	63.18		
W tara + suelo húmedo (gr)	251.89		
W tara + suelo seco (gr)	207.41		
Humedad natural del suelo (%)	30.84		
Densidad seca (gr/cm3)	1.441		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP 5420272031 NTS

PESO UNITARIO

PROYECTO	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITANTE	DEPARTAMENTO DE ARAUCA			SONDEO No.	S-03
FECHA	NOVIEMBRE DE 2024	PROFUNDIDAD	4.00 - 6.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD, COLOR GRIS				

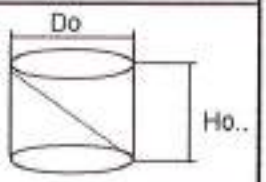
Diametro de la muestra (cm)	4.70		
Altura de la muestra (cm)	6.07		
Volumen de la muestra (cm3)	105.31		
W suelo húmedo (gr)	207.99		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.975		
W tara (gr)	63.18		
W tara + suelo húmedo (gr)	271.17		
W tara + suelo seco (gr)	221.41		
Humedad natural del suelo (%)	31.45		
Densidad seca (gr/cm3)	1.503		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACIÓN :		INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE ACEVEDO Y GOMEZ -ARAUQUITA		
SONDEO No. :		S-01		
MUESTRA No. :		1		
PROFUNDIDAD :		1.60 m		
Ho (cm):	9.14	Peso humedo(W1):	269.24	
Do (cm):	4.58	Peso seco(W2):	214.98	
Ao (cm^2):	16.47	Peso tara(W3):		
Vo (cm^3):	150.58	Humedad(%):	25.24	
Peso Total Muestra	269.24			

DEFORMACIÓN (0,001in)	CARGA	CARGA AXIAL (Kg)	AREA CORREGIDA (cm^2)	ε	ε (%)	ESFUERZO (Kg/cm^2)
0	0	0	16.475	0.0000	0.00	0.00
5	2	0.295	16.498	0.0014	0.14	0.02
10	4	0.589	16.521	0.0028	0.28	0.04
15	7	1.031	16.544	0.0042	0.42	0.06
20	9	1.326	16.567	0.0056	0.56	0.08
25	11	1.621	16.590	0.0069	0.69	0.10
30	15	2.210	16.613	0.0083	0.83	0.13
40	19	2.799	16.660	0.0111	1.11	0.17
50	25	3.683	16.707	0.0139	1.39	0.22
60	29	4.273	16.754	0.0167	1.67	0.26
80	32	4.715	16.849	0.0222	2.22	0.28
100	36	5.304	16.946	0.0278	2.78	0.31
120	41	6.040	17.043	0.0333	3.33	0.35
140	46	6.777	17.142	0.0389	3.89	0.40
170	53	7.808	17.292	0.0472	4.72	0.45
200	55	8.103	17.444	0.0556	5.56	0.46
250	58	8.545	17.705	0.0695	6.95	0.48
300	61	8.987	17.973	0.0834	8.34	0.50
350	64	9.429	18.250	0.0973	9.73	0.52
400	66	9.724	18.535	0.1112	11.12	0.52
500	69	10.166	19.133	0.1389	13.89	0.53
600	72	10.608	19.772	0.1667	16.67	0.54
700	57	8.398	20.454	0.1945	19.45	0.41

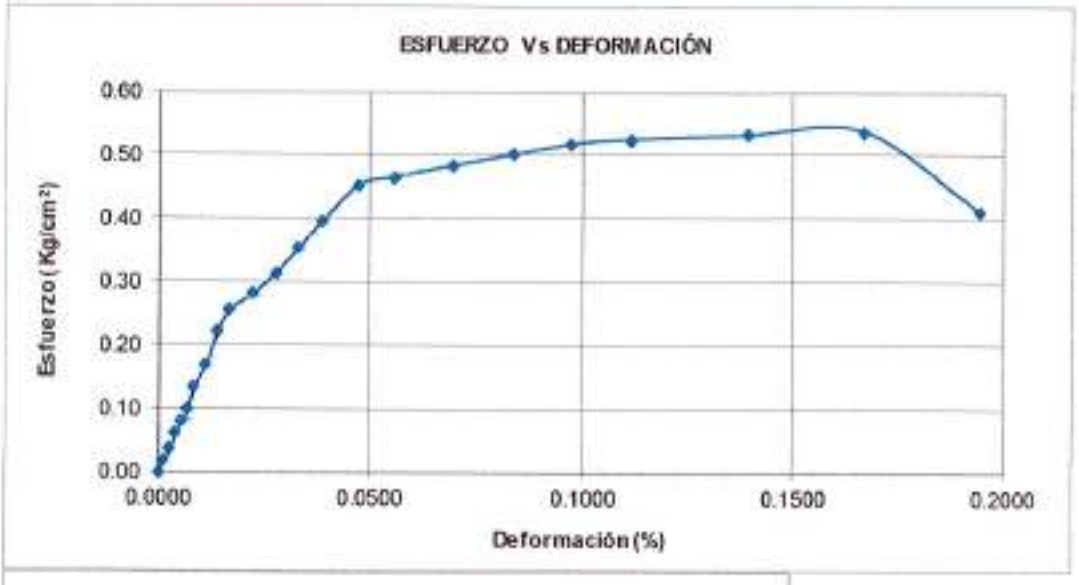
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

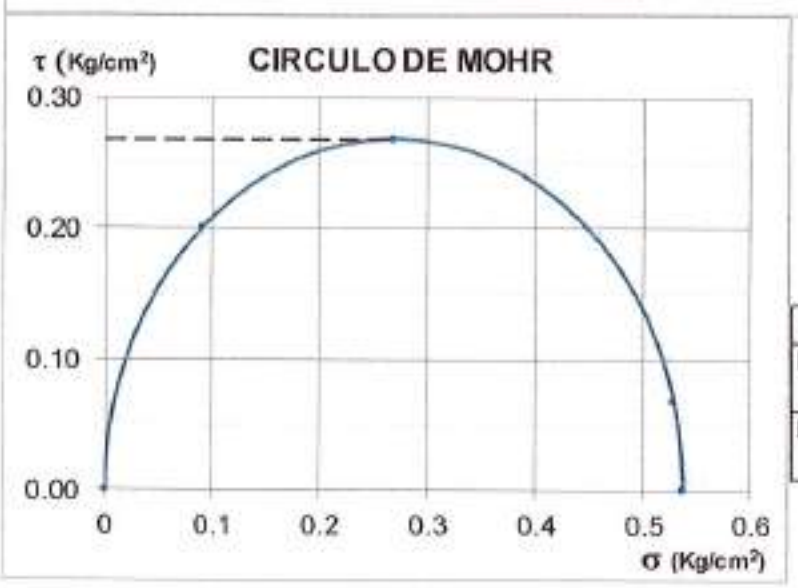
Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seinco.ejedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

GRÁFICA ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN Y CÍRCULO DE MOHR

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE ACEVEDO Y GOMEZ -ARAUQUITA
APIQUE No. :	S-01
MUESTRA No. :	1
PROFUNDIDAD :	1.60 m



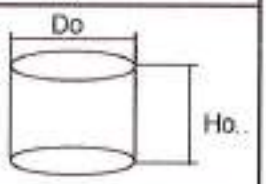


Cohesión:	0.27 Kg/cm²
Peso Unitario Húmedo	
1.788	Gr/cm3
Peso Unitario Seco	
1.428	Gr/cm3

Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

LOCALIZACIÓN :		INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE ACEVEDO Y GOMEZ -ARAUQUITA		
SONDEO No. :		S-02		
MUESTRA No. :		2		
PROFUNDIDAD :		2.60 m		
Ho (cm):	9.23	Peso humedo(W1):	288.83	
Do (cm):	4.60	Peso seco(W2):	224.30	
Ao (cm^2):	16.62	Peso tara(W3):		
Vo (cm^3):	153.39	Humedad(%):	28.77	
Peso Total Muestra	288.83			
		Kte Anillo Carga	0,1473 Kg/div.	

DEFORMACIÓN (0,001in)	CARGA	CARGA AXIAL (Kg)	AREA CORREGIDA (cm^2)	ε	ε (%)	ESFUERZO (Kg/cm^2)
0	0	0	16.619	0.0000	0.00	0.00
5	3	0.442	16.642	0.0014	0.14	0.03
10	6	0.884	16.665	0.0028	0.28	0.05
15	11	1.621	16.688	0.0041	0.41	0.10
20	15	2.210	16.711	0.0055	0.55	0.13
25	21	3.094	16.734	0.0069	0.69	0.18
30	28	4.125	16.757	0.0083	0.83	0.25
40	42	6.188	16.804	0.0110	1.10	0.37
50	50	7.366	16.851	0.0138	1.38	0.44
60	58	8.545	16.898	0.0165	1.65	0.51
80	63	9.282	16.993	0.0220	2.20	0.55
100	70	10.313	17.089	0.0275	2.75	0.60
120	79	11.639	17.187	0.0330	3.30	0.68
140	88	12.965	17.285	0.0385	3.85	0.75
170	98	14.438	17.435	0.0468	4.68	0.83
200	107	15.764	17.587	0.0550	5.50	0.90
250	115	16.943	17.847	0.0688	6.88	0.95
300	127	18.711	18.115	0.0826	8.26	1.03
350	136	20.037	18.390	0.0963	9.63	1.09
400	145	21.363	18.675	0.1101	11.01	1.14
500	157	23.131	19.271	0.1376	13.76	1.20
600	165	24.309	19.906	0.1651	16.51	1.22
700	151	22.247	20.584	0.1926	19.26	1.08

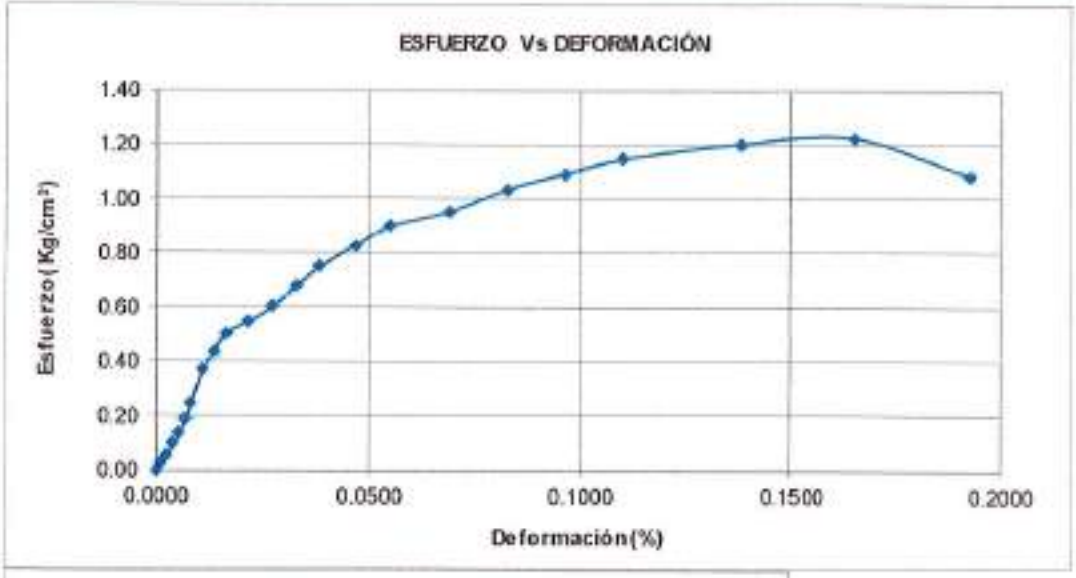
Edisa Garcia
ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

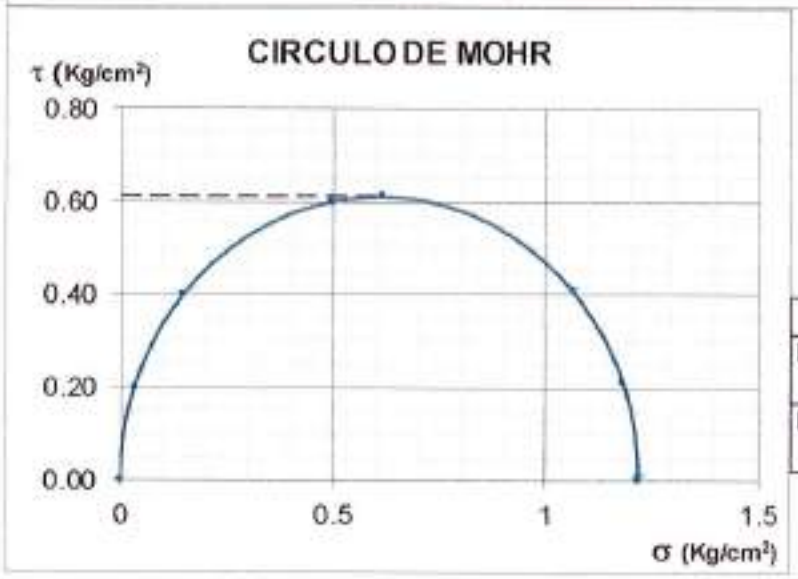
Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
sencojedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

GRÁFICA ESFUERZO Vs. DEFORMACIÓN Y CÍRCULO DE MOHR

LOCALIZACIÓN :	INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSE ACEVEDO Y GOMEZ -ARAUQUITA
APIQUE No. :	S-02
MUESTRA No. :	2
PROFUNDIDAD :	2.60 m





Cohesión:	0.61 Kg/cm²
Peso Unitario Húmedo	
1.883	Gr/cm3
Peso Unitario Seco	
1.462	Gr/cm3

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

Vo.Bo. ING. JOAQUIN E. DELGADO M.
MP. 5420272031 NTS

7.2. ANEXO 3. DOCUMENTACIÓN GEOTECNISTA











República de Colombia
Ministerio de Educación Nacional
y en su nombre

La Universidad Francisco de Paula Santander

Personería Jurídica No 20 de Septiembre 19 de 1962 de la Gobernación del Departamento Norte de Santander

Confiere el Título de

Ingeniero Civil

A

Joaquín Eduardo Delgado Montagut

C.C. No. 88.215.089 expedida en Cúcuta, N. de S.

Quien cumplió satisfactoriamente con los requisitos académicos exigidos.
En testimonio de ello otorga el presente

DIPLOMA

Expedido en la ciudad de Cúcuta, a 30 de Enero de 1998

EL RECTOR

EL DECANO DE LA FACULTAD

LIBRO No. 20 ACTA 2844 FOLIO 031
Registro 9103308



La Universidad de Santander
UDES

Joaquín Eduardo Delgado Montagut

Especialista en Geotecnia Ambiental

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-3513030

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 88215089, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 54202-72031 desde el 14 de Mayo de 1998, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1216.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los diez (10) días del mes de Abril del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Darío Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulta las propiedades del documento original en formato pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulta en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Micrositio/CertificateVGoodStanding/CertificateVGoodStandingStart indicando el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, identificado con cédula de ciudadanía No. 88.215.089 expedida en la Ciudad de Cúcuta – N.S., en mi condición de INGENIERO CIVIL – ESP. EN GEOTECNIA, portador de Matrícula Profesional No. 54202-72031 NTS, declaro que realicé el informe ESTUDIO GEOTÉCNICO para el proyecto cuyo objeto es "CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", así mismo declaro que asumo la responsabilidad del perjuicio que por causa de él pueda deducirse.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente al ESTUDIO GEOTÉCNICO, y exonero al Departamento de Arauca, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente diseño.

Declaro así mismo, que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ellos pueda deducirse, exonerando al Departamento de Arauca de cualquier responsabilidad.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por el Departamento no constituye una aprobación al estudio y/o diseño, sino una verificación del cumplimiento de las normas aplicables.

Se expide a los veintidós (22) días del mes de abril de 2025.

Atentamente,

Nombre: JOAQUÍN EDUARDO DELGADO MONTAGUT

Firma:



Profesión: INGENIERO CIVIL

No. C.C.: 88.215.089 de Cúcuta

Título de post-grado: ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL

Matrícula Profesional No.: 54202-72031 NTS

Carrera 18 # 27-21 Barrio Modelo
seinccjedm@gmail.com Cel. 3132635714
Saravena-Arauca

CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT, identificado con cédula de ciudadanía No. 88.215.089 expedida en la Ciudad de Cúcuta – N.S., en mi condición de INGENIERO CIVIL – ESP. EN GEOTECNIA, portador de Matrícula Profesional No. 54202-72031 NTS, certifico que realicé el informe ESTUDIO GEOTÉCNICO para el proyecto cuyo objeto es "CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIO DEPORTIVO Y CERRAMIENTO PERIMETRAL EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JOSÉ ACEVEDO Y GÓMEZ DEL MUNICIPIO DE ARAUQUITA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA".

Por lo anterior, manifiesto ceder plenamente los derechos al Departamento de Arauca.

La duración de los derechos cedidos será por término indefinido a partir de la fecha de la firma de la presente carta de cesión de derechos.

Para los fines pertinentes, anexo:

- Copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional
- Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios (profesionales)
- Copia de la cédula de ciudadanía.

Se expide a los veintidós (22) días del mes de abril de 2025.

Atentamente,

Nombre:	JOAQUÍN EDUARDO DELGADO MONTAGUT	Firma:	
Profesión:	INGENIERO CIVIL	No. C.C.:	88.215.089 de Cúcuta
Título de post-grado	ESP. GEOTECNIA AMBIENTAL	Matrícula Profesional No.:	54202-72031 NTS