INFORME ESTUDIO DE SUELOS

Proyecto:	**MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**
Contiene:	**INFORME DE ESTUDIO DE SUELOS PARA EL PROYECTO "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"**
Elaboró:	Jaime Eduardo Granados Rueda Ing. Civil, M.Sc. Ing. Civil, Ph.D. Ingeniería M.P. No. 68202 – 167405 STD
V.2 – octubre de 2024	

CONTROL DE DOCUMENTOS	

OBJETO:	"MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"
CONTIENE:	INFORME ESTUDIO DE SUELOS
FECHA:	OCTUBRE DE 2024

VERSIÓN	FECHA DOCUMENTO	DESCRIPCIÓN
V.2	23 DE OCTUBRE DE 2024	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

ELABORÓ:

INGENIERO CIVIL:
JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA
MP. 68202 – 167405 STD de 26/03/2009

LISTA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 7
2. OBJETIVOS 8
2.1. OBJETIVO GENERAL 8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 8
3. GENERALIDADES DEL PROYECTO 9
3.1. LOCALIZACIÓN 9
3.2. ALCANCE 11
4. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS 12
5. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO 12
5.1. METODOLOGÍA 14
5.1.1. Reconocimiento de Campo 15
5.1.2. Métodos de Exploración Geotécnica 18
5.1.3. Programa de Laboratorio 20
5.1.4. Análisis de Resultados 22
5.1.5. Recomendaciones 22
5.2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO POR MÉTODOS DIRECTOS 22
5.2.1. Resultados del Ensayo de Penetración Estándar 29
5.2.2. Resultados del Ensayo de Penetrómetro de Cono Dinámico 30
5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO 31
5.3.1. Propiedades Índice 32
5.3.2. Capacidad de Soporte de la Subrasante de la Vía 35
5.3.3. Ensayos de Resistencia del Terreno de Fundación 43
5.4. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO POR MÉTODOS INDIRECTOS 43
5.5. PERFIL DEL SUELO 48
5.5.1. Perfil Geotécnico Vial 48
5.6. NIVEL FREÁTICO 50
6. CONCLUSIONES 52
7. BIBLIOGRAFÍA 55

ANEXOS

ANEXO A. RESULTADOS DE CAMPO
ANEXO B. RESULTADOS DE LABORATORIO
ANEXO C. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE GEOFÍSICA
ANEXO D. ARCHIVO FOTOGRÁFICO
ANEXO E. DOCUMENTOS INGENIERO RESPONSABLE

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Localización general del proyecto 9
Ilustración 2- Localización del proyecto 10
Ilustración 3- Geología local del proyecto 12
Ilustración 4- Localización general de apiques/sondeos del proyecto 27
Ilustración 5- Localización apiques/sondeos S-1 a S-9 27
Ilustración 6- Localización apiques/sondeos S-9 a S-15 27
Ilustración 7- Localización apiques/sondeos S-15 a S-21 28
Ilustración 8- Valores de N_{60} para los sondeos 30
Ilustración 9- Comparación de valores de CBR a humedad natural y sumergidos 36
Ilustración 10- Correlaciones entre tipos de suelo y CBR de campo 37
Ilustración 11- Comparación de CBR medidos o correlacionados por diferentes métodos 40
Ilustración 12- CBR ajustados a lo largo del alineamiento 42
Ilustración 13- Comparación de valores de CBR a humedad natural y sumergidos 42
Ilustración 14- Perfil 2D de velocidades de onda de corte Vs LRS-1 45
Ilustración 14- Perfil 2D de velocidades de onda de compresión Vp LRS-1 . 45
Ilustración 15- Perfil 2D de velocidades de onda de corte Vs LRS-2 46
Ilustración 16- Perfil 2D de velocidades de onda de compresión Vp LRS-2 . 46
Ilustración 17- Perfil 2D de velocidades de onda de corte Vs LRS-3 47
Ilustración 18- Perfil 2D de velocidades de onda de compresión Vp LRS-3 . 47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 - Coordenadas planas de la vía a intervenir 10
Tabla 2 - Coordenadas geográficas de la vía a intervenir 11
Tabla 3 – Localizaciones de exploración geotécnica 25
Tabla 4 – Profundidades máximas de exploración directa 26
Tabla 5 – Resumen del número de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT) 29
Tabla 6 – Resumen de resultados de Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) 31
Tabla 7 – Resumen de ensayos de laboratorio 31
Tabla 8 – Resumen de propiedades índice de los suelos de soporte de pavimentos 33
Tabla 9 – Resumen de propiedades índice de los suelos de soporte de estructuras 34
Tabla 10 – Resumen de resultados de CBR 35
Tabla 11 – Correlaciones de CBR con base al valor de SPT (Livnen & Ishai, 1987) 38
Tabla 12 – Correlaciones de CBR con base al valor de SPT (Livnen & Ishai, 1987) 39
Tabla 13 – Comparación de CBR medidos o correlacionados por diferentes métodos 41
Tabla 13 – Resumen de parámetros de resistencia para el modelo Mohr-Coulomb 43
Tabla 14 – Resumen de resultados de velocidades de onda y propiedades elásticas de los estratos 44
Tabla 15 – Resumen del perfil estratigráfico de la vía 49
Tabla 16 – Resumen del perfil estratigráfico de los estribos del puente 49
Tabla 17 – Resumen del perfil estratigráfico del punto crítico de erosión 50
Tabla 18 – Resumen de la presencia del nivel freático 51

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del plan de desarrollo del municipio de Saravena, Arauca, la administración busca mejorar las condiciones de circulación de la vía que comunica la vereda La Unión Alto de Satoca con la planta de tratamiento de agua potable del municipio. Este corredor permite la salida de productos locales agrícolas y ganaderos, el acceso a la educación primaria ya que existen dos instituciones educativas, el acceso y mantenimiento de la planta de tratamiento de agua, el turismo al Alto de Satoca y a zonas de recreación, la comunicación y el comercio entre varias comunidades desde y hacia Saravena.

La superficie de la vía, como gran parte de las vías municipales, se encuentra actualmente conformada por materiales térreos locales compuestos principalmente por una matriz de arena que contiene cantos y bolos de arenisca. Esta superficie es de alta rugosidad, lo cual hace que el tránsito y movilidad de vehículos motorizados y no motorizados sea incómodo y lento.

La longitud del corredor es de aproximadamente 5.06 km y cuenta con anchos de vía (cerca-cerca) de entre 4.0 y 10.0 m, aproximadamente. A lo largo del trazado se observan varias estructuras hidráulicas tipo alcantarillas sencillas, alcantarillas dobles y *box-culverts*, así como un puente con una luz aproximada de 12 m. Así mismo, se observan algunos sectores afectados por procesos de remoción de masa producidos por la erosión del río que afectan la transitabilidad y seguridad de la vía. La topografía es relativamente plana con una ligera inclinación media que escurre hacia el noreste, paralelo a la dirección de flujo del río Satoca. En sectores específicos se observan depresiones que, según los usuarios, acumulan cierto nivel de agua o se inundan en temporadas lluviosas.

El presente documento corresponde al Estudio del Suelos del proyecto "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA". El Estudio permite caracterizar geotécnicamente las propiedades físico-mecánicas de los materiales que conforman la subrasante del alineamiento de la vía y puntos críticos. Con este insumo se determinan la estratigrafía del proyecto y los parámetros

geotécnicos de diseño de las estructuras de pavimento, estructuras hidráulicas, muro de contención/control de erosión sobre la margen izquierda del río Satoca y sistema de cimentación del puente vehicular sobre el río Satoca.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

El objetivo general del presente Estudio de Suelos fue caracterizar geotécnicamente los materiales que conforman la subrasante del alineamiento de la vía a pavimentar y del terreno de cimentación de los estribos del puente propuesto y del muro de las zonas inestables por erosión.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mediante reconocimiento visual, identificar las características generales del proyecto, incluyendo las condiciones climáticas, condiciones hidráulicas, topografía, vegetación, tipos de suelos expuestos a lo largo del alineamiento de la vía.
- Mediante la exploración geotécnica de campo (exploración directa), apiques, sondeos y ensayos *in-situ* determinar el perfil estratigráfico y resistencia de los materiales presentes a lo largo de la vía y en los puntos críticos.
- Recuperar y transportar las muestras de suelo recuperadas para caracterización de las propiedades índice y de resistencia en el laboratorio.
- Emplear métodos de exploración indirecta (geofísica) para determinar la clasificación dinámica de los puntos críticos del trazado y verificar la continuidad longitudinal y en profundidad de los perfiles estratigráficos en dichos puntos.
- Presentar un resumen de las condiciones geotécnicas de la vía, resultados de campo y de laboratorio que permitan la selección de

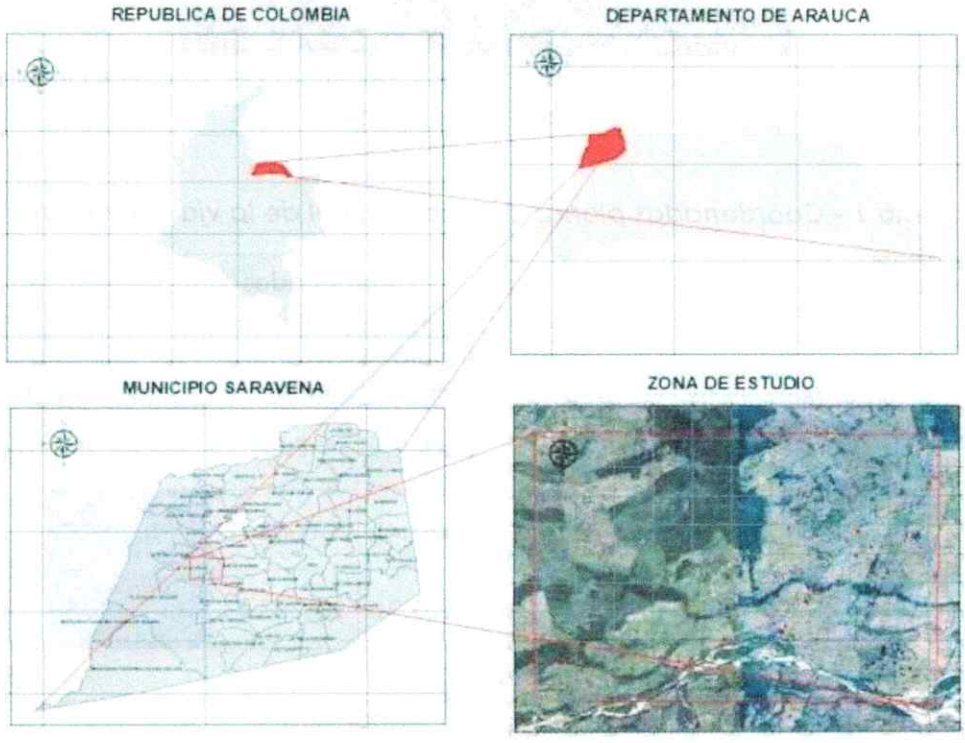
parámetros de diseño de la estructura de pavimento, del muro de contención/control de erosión y del sistema de cimentación del puente.

3. GENERALIDADES DEL PROYECTO

3.1. LOCALIZACIÓN

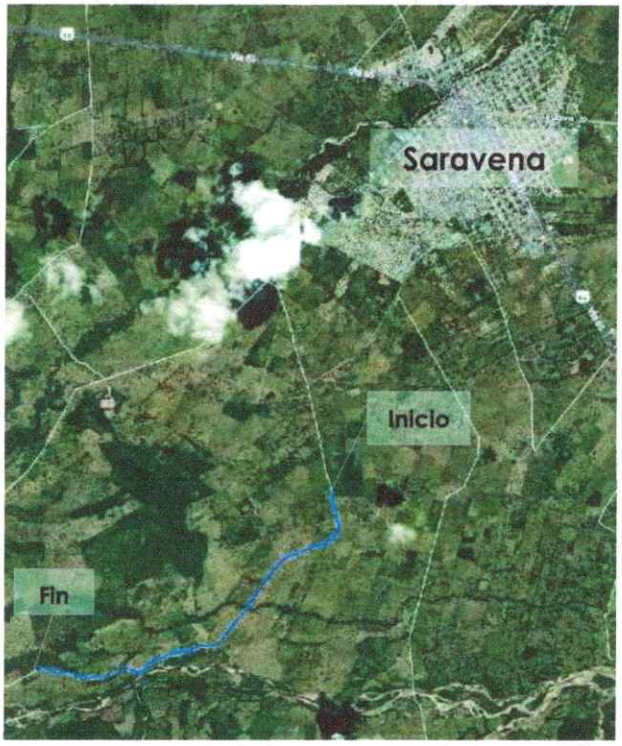
El proyecto se llevará a cabo en la vía que conecta la vereda La Unión Alto de Satoca con la planta de tratamiento de agua potable, en zona rural del municipio de Saravena en el departamento de Arauca, Colombia. La localización general del proyecto, las coordenadas planas y las coordenadas geográficas del inicio y final del trazado se presentan a continuación en la **Tabla 1** y **Tabla 2**, respectivamente.

Ilustración 1- Localización general del proyecto



Fuente: Estudio Geología del proyecto

Ilustración 2- Localización del proyecto



Fuente: Adaptado de plano topográfico de la Alcaldía de Saravena implantado sobre Google Earth para señalar el alineamiento de la vía.

Tabla 1 - Coordenadas planas del inicio y final de la vía a intervenir

Descripción		Coordenadas					
Tramo	Dirección	ID	Abscisa	Coordenadas Planas Bogotá 1975/Zona Central Oriental		Simbología	Longitud (m)
				Norte	Este		
Tramo 1	Vía vereda Unión Alto de Satoca – Planta de tratamiento	Inicio	K2+850.0	1256443.41	910083.73		5063.8
		Fin	K7+913.8	1254239.91	906383.63		
Longitud Total (m)							**5063.8**

Nota: Coordenadas planas entregadas en plano topográfico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 - Coordenadas geográficas de la vía a intervenir

Descripción		Coordenadas					
Tramo	Dirección	ID	Abscisa	Coordenadas Geográficas WGS84		Simbología	Longitud (m)
				Latitud	Longitud		
Tramo 1	Vía vereda Unión Alto de Satoca – Planta de tratamiento	Inicio	K2+850.0	6.914464°	-71.891092°		5063.8
		Fin	K7+913.8	6.894483°	-71.924533°		
Longitud Total (m)							5063.8

Nota: Coordenadas geográficas tomadas de Google Earth.
Fuente: Elaboración propia

3.2. ALCANCE

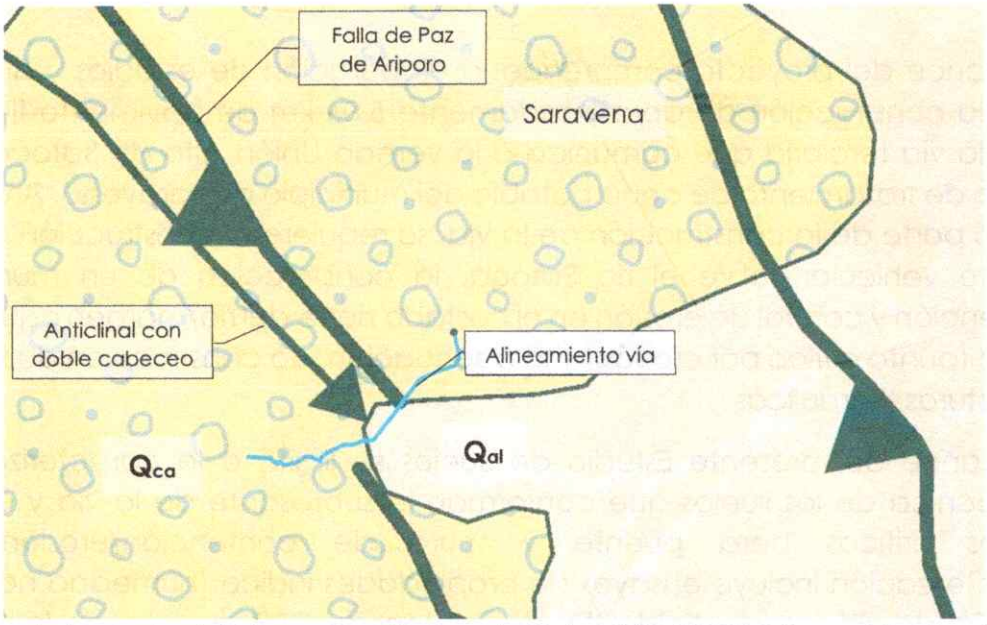
El alcance del proyecto comprende la elaboración de estudios y diseños para la construcción de aproximadamente 5.06 km de pavimento flexible para la vía terciaria que comunica a la vereda Unión Alto de Satoca y la Planta de tratamiento de agua potable del municipio de Saravena, Arauca. Como parte de la construcción de la vía, se requiere la construcción de un puente vehicular sobre el río Satoca, la construcción de un muro de contención y control de erosión en el costado norte del río/margen izquierda del río (punto crítico por erosión) y la adecuación y/o construcción de varias estructuras hidráulicas.

El alcance del presente Estudio de Suelos se limita a la caracterización geotécnica de los suelos que conforman la subrasante de la vía y de los puntos críticos para puente y muro de contención/erosión. La caracterización incluye ensayos de propiedades índice (humedad natural, tamaño de granos, plasticidad) y de resistencia (CBR, ángulos de fricción). El Estudio presenta los perfiles estratigráficos y la clasificación de sitio de las obras de infraestructura para el puente y el muro. Este Estudio es un componente que hace parte de una serie de múltiples estudios que incluyen topografía, geología, geotecnia, tránsito, diseño geométrico y de señalización, pavimentos, hidráulico, hidrológico, ambiental y forestal.

4. CONSIDERACIONES GEOLÓGICAS

La **Ilustración 3** muestra la geología local del alineamiento de la vía tomada del Mapa Geológico de Colombia (SGC, 2023). El proyecto se encuentra localizado principalmente sobre abanicos aluviales y depósitos coluviales (Q_{ca}) del Cuaternario. Una parte del alineamiento (entre las abscisas K4+600 y K5+600) se encuentra sobre depósitos aluviales y de llanuras aluviales (Q_{al}). En las proximidades de esta zona de transición se localiza la Falla de Paz de Ariporo, la cual corresponde a una falla inversa o de cabalgamiento en dirección oriente-occidente. La presencia de esta falla y la experiencia local con la actividad sísmica se deben tener en cuenta en el diseño de las obras de infraestructura del proyecto mediante los coeficientes de sitio y del espectro de diseño. En el Informe de Geología (López, 2024) se describen detalladamente la geología regional, local y estructural del proyecto.

Ilustración 3- Geología local del proyecto



Fuente: Adaptado del Mapa Geológico de Colombia 2023 (Gómez, Montes, Marín, SGC, 2023) para indicar alineamiento de vía y detalles geológicos relevantes.

5. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

El programa de exploración geotécnica del proyecto incluyó el reconocimiento visual del trazado vial para identificar las condiciones actuales en las que se encuentran la superficie de rodadura, drenaje, obras de arte (estructuras hidráulicas y estribos de pontón), pontón y zonas afectadas por procesos de erosión.

La exploración geotécnica se dividió en exploración directa e indirecta. La exploración directa incluyó 21 apiques con recuperación de muestras alteradas e inalteradas para el diseño de la estructura de pavimento, 3 apiques en la zona afectada por erosión y 2 apiques para la construcción de los estribos del puente propuesto, uno por estribo. Los apiques para la estructura de pavimento estuvieron separados aproximadamente cada 250 m. Adicionalmente, los apiques fueron complementados con sondeos manuales por medio del ensayo de penetración estándar (SPT) hasta profundidades de rechazo de cuchara partida. Los materiales encontrados fueron clasificados visualmente y muestras seleccionadas de cada apique/sondeo fueron recuperadas para ensayos de laboratorio. Las muestras fueron identificadas por su ubicación y profundidad y selladas en empaques herméticos para preservar su contenido de humedad natural.

Durante las etapas de estudio de información preliminar, reconocimiento de campo y de exploración directa se encontró que geotécnicamente la zona del proyecto se caracteriza por la presencia abundante de materiales clásticos someros. En campo, se observó que dichos materiales presentan tamaños de cantos y bolos de hasta 80 – 100 cm y que tamaños de bloque mucho mayores están presentes a lo largo de las orillas del río Satoca y de las quebradas afluentes. Estos materiales son típicos de la región y se extienden en grandes áreas que abarcan desde las laderas orientales de las montañas boyacenses hasta las planicies occidentales de Arauca siendo consistentes con la información geológica disponible.

Estos materiales corresponden a clastos de arenisca no soportados embebidos en una matriz de arenas y gravas. Este tipo de materiales de gran tamaño, alta resistencia y de amplia distribución geográfica genera un reto para las actividades de reconocimiento geotécnico puntual. Durante la realización de los sondeos y del ensayo de penetración estándar (SPT), la presencia de clastos limitó el avance de la cuchara, causando rechazo a la penetración a profundidades relativamente someras.

Para sortear las dificultades que presenta la exploración de materiales clasto-no soportados, se recuperaron muestras adicionales de tamaño significativo para evaluación de tamaño de granos y resistencia de la matriz arenosa. Adicionalmente, la exploración directa se complementó con métodos geofísicos indirectos en los puntos críticos. La exploración indirecta consistió en la realización de 3 líneas de refracción sísmica. Dos líneas fueron lanzadas para los estribos del puente propuesto y una línea fue lanzada para el punto crítico del área sujeta a procesos de erosión.

En el presente Estudio de Suelos se evaluaron las características geotécnicas de las zonas a intervenir y con base a los resultados de los programas de exploración de campo, caracterización de muestras y análisis, se determinaron los siguientes aspectos:

- Perfil estratigráfico del trazado de la vía y de los puntos críticos
- Presencia o ausencia del nivel freático dentro de las profundidades exploradas
- Parámetros de resistencia de los suelos de soporte de la estructura de pavimento (relación de capacidad de soporte, CBR)
- Parámetros de resistencia de los suelos de soporte de las obras de infraestructura (puente vehicular, muro de contención)
- Tipo de suelo para análisis dinámico local según velocidades de onda de corte

Los trabajos de campo y de laboratorio fueron realizados en conjunto entre un equipo local (SEINCO SAS) y un equipo externo (SOLINTPRO SAS) coordinado por el autor del presente Informe.

5.1. METODOLOGÍA

El Estudio incluyó varias etapas de reconocimiento del sitio y de caracterización geotécnica de las propiedades geotécnicas del terreno. Un breve resumen de las etapas adelantadas se describe a continuación.

5.1.1. Reconocimiento de Campo

Durante la etapa de reconocimiento del alineamiento se recorrió el trazado de la vía, se observó el estado de las obras de arte, sistemas de drenajes transversales y paralelos a la vía, estado de los estribos y superestructura del puente sobre el río Satoca. Adicionalmente, se determinaron las zonas críticas de evaluación y los métodos de exploración geotécnica adecuados para las condiciones del sitio. Esta etapa se desarrolló entre los días 13 y 15 de marzo de 2024 en conjunto con el equipo de diseño estructural.

Durante el reconocimiento de campo se observó que el alineamiento está trazado y construido sobre terrazas aluviales con gran presencia y afloramiento de cantos y bloques (bolos) de arenisca en matrices de arena y grava con diferentes porciones de limo. A nivel superficial, se observa en las laderas del río y quebradas que la estructura del terreno no es clastosoportada, es decir, que los cantos y bloques no están generalmente en contacto unos con otros transmitiendo esfuerzos. Por el contrario, son las partículas de tamaño de grava y especialmente de arena y finos las que soportan la estructura del terreno. Estas características son típicas de la zona del proyecto y, en general, del municipio de Saravena, Arauca.

A continuación, se muestran algunas fotografías del estado de la vía y puntos críticos.

Fotografía 1. Estado típico actual de la vía

Nota: La vía está conformada por materiales típicos de la región, los cuales consisten en una matriz de arena y grava que soporta cantos y bolos de arenisca. La superficie de rodadura existente es muy rugosa y el drenaje perimetral presenta deficiencias.

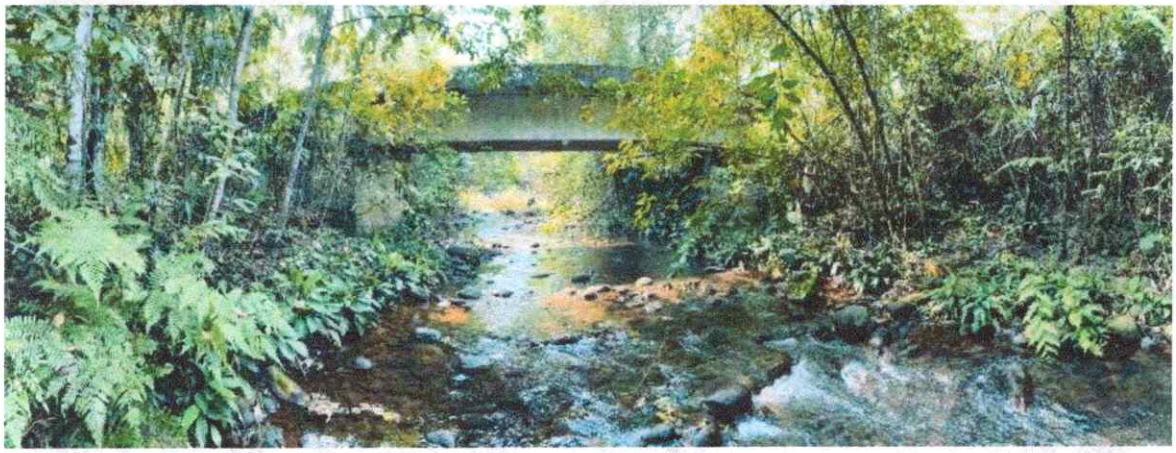
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2. Estado de zonas erosionadas

Nota: En el punto crítico erosionado se observan cantos y bloques de arenisca de tamaños de hasta 80 cm con bloques ocasionales que superan 1.0 m. Producto de la erosión, la sección transversal de la vía se ha disminuido a aproximadamente 4.0 – 5.0 m.

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 3. Estado actual del puente



Nota: El alineamiento y dimensiones del puente no satisfacen las necesidades de la vía. Por el contrario, el alineamiento genera dificultades de maniobra por estar trazado con curva y contracurva de entrada y salida sin los radios de curvatura requeridos para el tipo de vía. Los estribos del puente, aguas arriba, presentan erosión y las aletas desplazamiento.

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Métodos de Exploración Geotécnica

Desde la experiencia geotécnica, la presencia de gravas, cantos y bloques dificulta la exploración directa con métodos de avance convencionales como lo son el hincado y/o rotación de barrenos ya sea en seco o con inyección de agua. Ensayos de percusión como el de penetración estándar (SPT) o el de penetrómetro dinámico de cono (PDC) permiten obtener información limitada debido al rechazo somero. En los métodos de rotación con agua, el avance es lento y genera gran desgaste de los equipos de perforación y el proceso de inyección de agua altera las características de la matriz de soporte.

Por lo anterior, la exploración del terreno del proyecto consistió en evaluar las características geotécnicas de los materiales superficiales por métodos directos, incluyendo clasificación y resistencia de la matriz de soporte de los clastos. En los puntos críticos de erosión y del puente se complementó con métodos indirectos que permiten identificar la continuidad o variabilidad del perfil estratigráfico y calcular propiedades dinámicas del suelo con base a las velocidades de onda.

5.1.2.1. Exploración directa

Durante la exploración directa se realizaron apiques para observación y extracción de muestras de los materiales de soporte natural de la vía (CBR) y puntos críticos. Los apiques se complementaron con sondeos por percusión manual con el equipo de penetrómetro dinámico de cono (PDC) y penetración estándar (SPT) cuando los suelos lo permitieron. Las profundidades de avance fueron limitadas en los puntos críticos pero satisfactorias para caracterizar las propiedades de la subrasante de la vía. Aunque el rechazo de la cuchara partida fue común lo largo de la vía, se lograron profundidades de perforación de entre 0.7 y 1.75 m por debajo del nivel existente de la vía y hasta de 2.55 en puntos críticos. A continuación, se muestran fotografías seleccionadas de los métodos de evaluación directa.

Fotografía 4. Apiques

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 5. Recuperación de CBR y ensayos PDC y SPT

Fuente: Elaboración propia

5.1.2.2. Exploración indirecta

Tres líneas de refracción sísmica fueron realizadas para identificar el perfil estratigráfico del suelo hasta profundidades mínimas de 30 m, velocidades de ondas de compresión (P) y de corte (S) y módulos de elasticidad (E) y de corte (G). Los sitios seleccionados para las líneas de refracción fueron los estribos del nuevo puente y la zona de erosión.

Fotografía 6. Refracción sísmica

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Programa de Laboratorio

En el laboratorio se adelantaron ensayos de caracterización geotécnica de las muestras recuperadas del sitio y se clasificaron los estratos representativos con base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y de la Asociación Americana de Vías Estatales (AASHTO). La caracterización incluyó las propiedades índice de los suelos y propiedades de resistencia como CBR y corte directo.

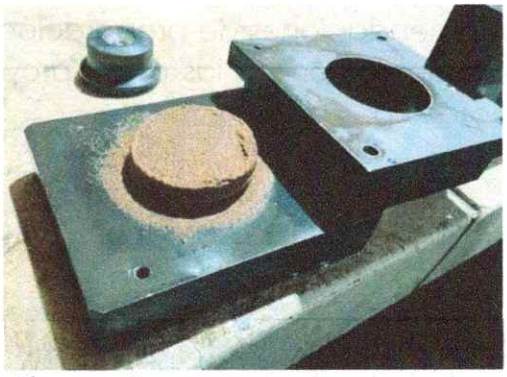
Fotografía 7. Preparación de muestras para humedad natural y gradación

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 8. Ensayo de CBR en muestra de campo

Fuente: Elaboración propia

Fotografía 9. Ensayo de corte directo



Fuente: Elaboración propia

Fotografía 10. Equipo de corte directo

Fuente: Elaboración propia

5.1.4. Análisis de Resultados

Con base a la caracterización de los suelos encontrados, se estimaron la capacidad portante de la subrasante de la vía, capacidad portante de cimentaciones, parámetros de carga lateral sobre muros y estribos, profundidades mínimas de cimentación y propiedades dinámicas del suelo para el diseño y construcción de los estribos del puente y del muro de contención. Detalles de análisis se presentan en el Informe de Geotecnia.

5.1.5. Recomendaciones

Recomendaciones de preparación de la subrasante de la vía y del terreno de cimentación de las obras proyectadas se presentan en el Informe de Geotecnia.

5.2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO POR MÉTODOS DIRECTOS

Para el diseño de la estructura de pavimento, la exploración directa consistió en la realización de 21 apiques espaciados aproximadamente cada 250 m. Los apiques se avanzaron por métodos manuales hasta profundidades de rechazo de paladraga y barra de entre 0.70 y 1.75 m por debajo del nivel

existente del terreno. De cada apique se intentó recuperar muestras inalteradas con moldes de CBR de campo; sin embargo, solo en 8 apiques fue posible recuperar muestras apropiadas para el ensayo debido al sobretamaño y resistencia de las partículas presentes. Generalmente, la abundante presencia espacial de cantos y bolos impedía la penetración del molde de CBR. Para los puntos críticos de las obras estructurales de contención se realizaron 3 apiques (zonas de erosión) y para el nuevo alineamiento del puente se realizaron 2 apiques en la zona prevista para la construcción de los 2 estribos. Fotografías seleccionadas de los materiales presentes en algunos apiques se muestran a continuación.

Fotografía 11. Apiques

Fuente: Elaboración propia

Ensayos de Penetrómetro de Cono Dinámico (PCD) fueron realizados en 7 puntos en los cuales se encontraron suelos arenolimosos. En el ensayo de PCD se registra el número de golpes necesario para hincar una punta

cónica a intervalos definidos con un martillo de 8 kg. El ensayo se usa para correlacionar el índice de penetración con el CBR de campo.

Adicionalmente, los apiques fueron complementados con sondeos y ensayos de penetración estándar (SPT) hasta profundidades de 2.55 m o rechazo de cuchara partida para la vía y puntos críticos (i.e., estribos de puente, muro de contención, obras hidráulicas). El ensayo de SPT permite correlacionar la resistencia no drenada del suelo con el número de golpes necesario para avanzar una cuchara partida tres intervalos de 15 cm cada uno, en un ensayo normalizado y ampliamente usado en la práctica geotécnica. En campo, la presencia de cantos y bolos limitó la penetración de la cuchara.

Los materiales recuperados de los apiques/sondeos fueron clasificados visualmente. Muestras alteradas de cada apique/sondeo fueron identificadas por su ubicación y profundidad y selladas en empaques herméticos para preservar su contenido de humedad natural y ser transportadas al laboratorio para los respectivos ensayos de clasificación y resistencia. De los sitios previstos para la construcción del puente y muro se tomaron muestras adicionales para realizar ensayos de corte directo sobre muestras remoldeadas a las condiciones de campo.

En la **Tabla 3** se indican la localización de los apiques/sondeos para pavimentos y estructuras (abscisa y desfase respecto al centro existente de la vía, coordenadas planas y geográficas) y la respectiva nomenclatura de apiques/sondeos. En la **Tabla 4** se indican la profundidad máxima de exploración de cada apique y de cada sondeo, respectivamente, si el motivo de la profundidad máxima fue rechazo de cuchara y la presencia y profundidad del nivel freático observado. En esta tabla también se indican las localizaciones de las cuales fue posible recuperar moldes de CBR de campo. Detalles sobre las condiciones geotécnicas encontradas durante la exploración en cada sondeo/apique se detallan en los registros de perforación en el **ANEXO A** de este Informe, incluyendo clasificación SUCS, número de golpes del ensayo de penetración estándar, contenido de humedad natural, plasticidad, contenidos de gravas, arena y finos. La localización geográfica de los apiques/sondeos se presenta en las **Ilustraciones 4** a **7**.

Tabla 3 – Localizaciones de exploración geotécnica

	Abscisa	Desfase	Magna/Sirgas Central Oriente		Geográficas WGS-4		Apique	Sondeo
			Norte (m)	Este (m)	Latitud (°)	Longitud (°)		
Pavimentos	K2+850	2.0 m (I)	1256443.2	910083.0	6.91446	-71.89110	A-21	S-1
	K3+100	2.0 m (I)	1256198.9	910136.0	6.91225	-71.89061	A-20	S-2
	K3+325	2.0 m (I)	1255978.2	910157.4	6.91026	-71.89042	A-19	S-3
	K3+600	2.0 m (I)	1255815.2	909957.9	6.90878	-71.89222	A-18	S-4
	K3+850	2.0 m (I)	1255721.8	909726.0	6.90793	-71.89432	A-17	S-5
	K4+100	2.0 m (I)	1255629.0	909493.9	6.90709	-71.89641	A-16	S-6
	K4+365	2.0 m (I)	1255444.5	909331.9	6.90542	-71.89788	A-15	S-7
	K4+600	2.0 m (I)	1255241.7	909185.7	6.90359	-71.89920	A-14	S-8
	K4+850	2.0 m (I)	1255037.7	909041.2	6.90174	-71.90050	A-13	S-9
	K5+100	2.0 m (I)	1254840.5	908887.6	6.89995	-71.90189	A-12	S-10
	K5+350	2.0 m (I)	1254644.8	908732.1	6.89818	-71.90329	A-11	S-11
	K5+600	2.0 m (D)	1254531.1	908529.2	6.89715	-71.90513	A-10	S-12
	K5+850	2.0 m (D)	1254471.9	908294.0	6.89661	-71.90725	A-9	S-13
	K6+100	2.0 m (D)	1254433.6	908049.3	6.89626	-71.90947	A-8	S-14
	K6+350	2.0 m (D)	1254323.1	907825.0	6.89526	-71.91149	A-7	S-15
	K6+600	2.5 m (I)	1254213.9	907621.9	6.89427	-71.91333	A-6	S-16
	K6+850	1.5 m (D)	1254228.9	907384.6	6.89440	-71.91548	A-5	S-17
	K7+100	1.5 m (D)	1254136.2	907159.9	6.89356	-71.91751	A-4	S-18
	K7+350	2.5 m (D)	1254164.3	906959.9	6.89379	-71.91920	A-3	S-19
	K7+600	2.0 m (I)	1254207.1	906707.3	6.89419	-71.92160	A-2	S-20
	K7+910	2.5 m (I)	1254253.0	906406.5	6.89460	-71.92433	A-1	S-21
Box Culverts	k3+315	2.0 m (I)	1255988.1	910163.2	6.91033	-71.89025	A-20	S-2
	K3+400	2.0 m (I)	1255912.4	910124.8	6.90964	-71.89060	A-19	S-3
	k4+375	2.0 m (I)	1255423.4	909316.0	6.90521	-71.89791	A-15	S-7
	k4+590	2.0 m (I)	1255249.9	909190.2	6.90364	-71.89904	A-14	S-8
	k4+906	2.0 m (I)	1254989.7	909009.8	6.90128	-71.90067	A-13	S-9
	k4+976	2.0 m (I)	1254934.3	908966.9	6.90078	-71.90106	A-13	S-9
	k5+698	2.0 m (D)	1254535.2	908427.8	6.89716	-71.90593	A-24	M-3
Muro	K5+710	16.0 m (I)	1254516.1	908428.7	6.89692	-71.90603	A-24	M-3
	K5+850	9.0 m (I)	1254466.7	908300.2	6.89655	-71.90721	A-23	M-2
	K5+960	6.0 m (I)	1254450.5	908185.8	6.89645	-71.90824	A-22	M-1
Puente	K7+250	15.0 m (D)	1254123.3	906993.4	6.89342	-71.91890	A-26	P-1
	K7+270	15.0 m (D)	1254118.8	906976.9	6.89338	-71.91905	A-25	P-2

Nota: Coordenadas y abscisas aproximadas levantas en campo con GPS manual/Avenza Maps, ajustadas con Google Earth. Desfase corresponde a la distancia perpendicular aproximada desde el sondeo/apique hasta el eje de vía, I: izquierda eje y D: derecha eje.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4 – Profundidades máximas de exploración directa

	Abscisa	Apique	Prof. A. (m)	CBR	Sondeo	Prof. S. (m)	Rechazo	NF (m)
Pavimentos	K2+850	A-21	1.00	CBR-1	S-1	1.20	Sí	NO
	K3+100	A-20	0.75		S-2	0.80	Sí	NO
	K3+325	A-19	1.20		S-3	1.65	No	NO
	K3+600	A-18	0.80	CBR-4	S-4	1.00	Sí	NO
	K3+850	A-17	0.70		S-5	1.20	Sí	NO
	K4+100	A-16	0.85		S-6	1.20	Sí	NO
	K4+365	A-15	1.30		S-7	1.50	Sí	NO
	K4+600	A-14	0.70	CBR-8	S-8	0.70	Sí	NO
	K4+850	A-13	0.70	CBR-9	S-9	1.05	Sí	NO
	K5+100	A-12	0.80	CBR-10	S-10	1.30	Sí	NO
	K5+350	A-11	1.00	CBR-11	S-11	1.45	Sí	NO
	K5+600	A-10	0.90		S-12	0.90	Sí	NO
	K5+850	A-9	1.30		S-13	1.75	No	NO
	K6+100	A-8	1.35		S-14	1.50	Sí	1.40
	K6+350	A-7	0.90	CBR-15	S-15	1.10	Sí	NO
	K6+600	A-6	0.90		S-16	1.40	Sí	NO
	K6+850	A-5	0.90		S-17	1.55	No	1.50
	K7+100	A-4	0.90		S-18	1.25	Sí	NO
	K7+350	A-3	0.90	CBR-19	S-19	1.55	No	1.50
	K7+600	A-2	1.00		S-20	1.25	Sí	NO
	K7+910	A-1	1.20		S-21	1.40	Sí	NO
Box Culverts	k3+315	A-20	0.75		S-2	0.80	Sí	NO
	K3+400	A-19	1.20		S-3	1.65	No	NO
	k4+375	A-15	1.30		S-7	1.50	Sí	NO
	k4+590	A-14	0.70		S-8	0.70	Sí	NO
	k4+906	A-13	0.70		S-9	1.05	Sí	NO
	k4+976	A-13	0.70		S-9	1.05	Sí	NO
	k5+698	A-24	0.50		M-3	2.00	Sí	NO
Muro	K5+710	A-24	0.50		M-3	2.00	Sí	NO
	K5+850	A-23	0.60		M-2	1.25	Sí	NO
	K5+960	A-22	0.50		M-1	0.50	Sí	0.40
Puente	K7+250	A-26	0.80		P-1	0.80	Sí	0.80
	K7+270	A-25	1.20		P-2	2.55	Sí	1.00

Nota: Prof. A.: profundidad apique, Prof. S.: profundidad sondeo, Rechazo: a la penetración del ensayo de penetración estándar (SPT), NF: profundidad del nivel freático.

Fuente: Elaboración propia

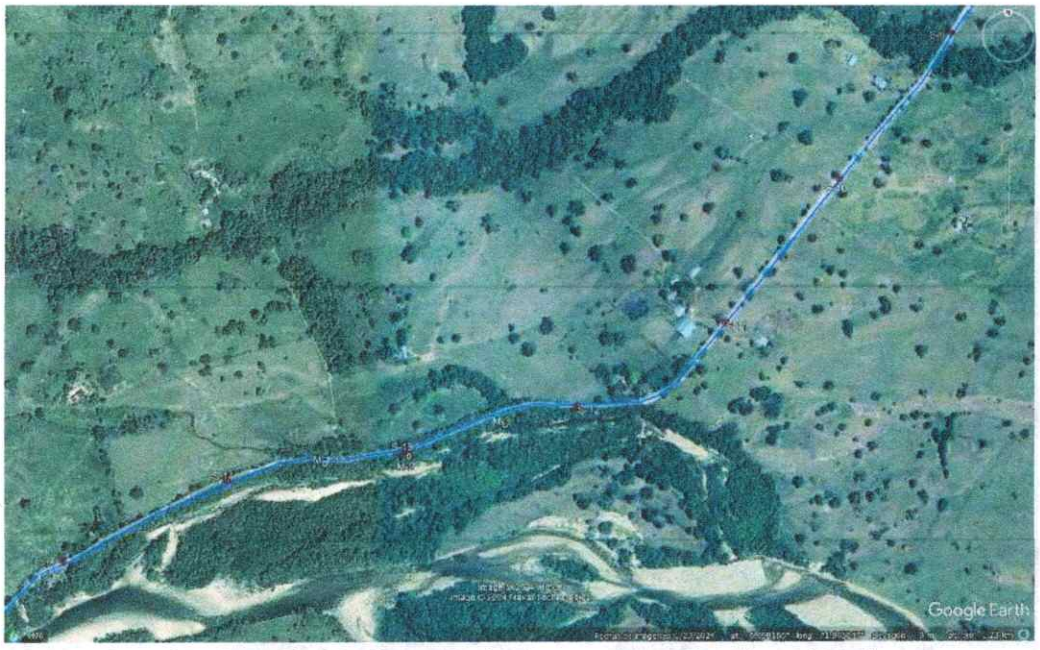
Ilustración 4- Localización general de sondeos del proyecto

Fuente: Google Earth adaptado para mostrar localizaciones

Ilustración 5- Localización sondeos S-1 a S-9

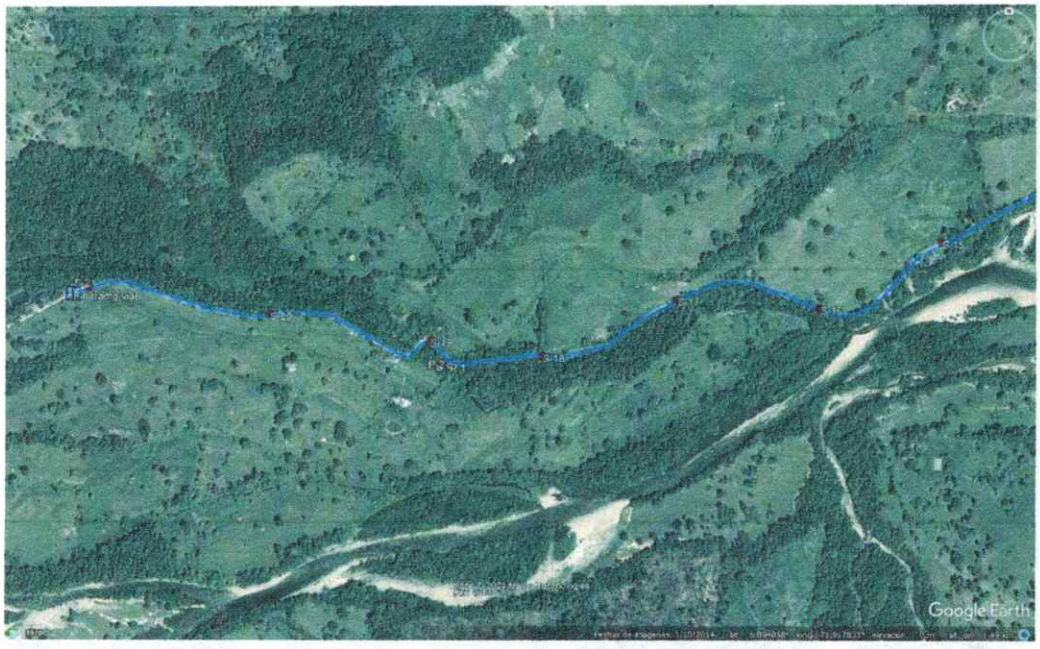
Fuente: Google Earth adaptado para mostrar localizaciones

Ilustración 6- Localización sondeos S-9 a S-15



Fuente: Google Earth adaptado para mostrar localizaciones

Ilustración 7- Localización sondeos S-15 a S-21



Fuente: Google Earth adaptado para mostrar localizaciones

5.2.1. Resultados del Ensayo de Penetración Estándar

En la **Tabla 5** se presenta la relación entre el número de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT) corregido por eficiencia del martillo (N_{60}) con la localización de cada sondeo, la profundidad del ensayo, la clasificación por SUCS y AASHTO y los porcentajes de grava (G), arena (A) y finos (F). Para materiales granulares, $10 < N_{60} < 30$ corresponden a materiales de densidad o compacidad media, $30 < N_{60} < 50$ corresponden a materiales de densidad o compacidad alta y $N_{60} > 50$ corresponden a materiales muy densos.

Tabla 5 – Resumen del número de golpes del ensayo de penetración estándar (SPT)

	Abscisa	Sondeo	Prof. (m)	SUCS	AASHTO	G (%)	A (%)	F (%)	N_{60} (SPT)
Pavimentos	K2+850	S-1	1.00 - 1.20	SM	A-2-4	40	47	13	24-10/0"
	K3+100	S-2	0.20 - 0.75	GP-GM	A-1-a	63	30	7	10/0"
	K3+325	S-3	1.20 - 1.65	SM	A-2-4	23	54	23	47
	K3+850	S-5	0.70 - 1.20	GP-GM	A-1-a	46	44	10	91
	K4+100	S-6	0.85 - 1.20	GP-GM	A-1-a	65	29	5	24-24-10/0"
	K4+365	S-7	1.30 - 1.50	SP-SM	A-1-b	11	82	7	24-10/0"
	K4+600	S-8	0.40 - 0.70	SM	A-4	0	65	35	10/0"
	K4+850	S-9	0.70 - 1.05	SP-SM	A-1-b	44	46	9	14-21-10/0"
	K5+100	S-10	0.80 - 1.25	GP-GM	A-1-a	50	43	7	66
	K5+350	S-11	1.00 - 1.45	SP-SM	A-1-b	37	53	10	38
	K5+600	S-12	0.20 - 0.90	GM	A-1-a	60	27	13	10/0"
	K5+850	S-13	1.30 - 1.70	GP-GM	A-1-a	46	46	8	39
	K6+100	S-14	1.35 - 1.50	SP-SM	A-1-b	42	49	9	30-10/0"
	K6+350	S-15	0.90 - 1.10	GP-GM	A-1-b	52	42	6	25-10/0"
	K6+600	S-16	0.90 - 1.40	SM	A-2-4	39	46	14	
	K6+850	S-17	0.90 - 1.55	GP	A-1-a	69	29	2	26
	K7+100	S-18	0.90 - 1.25	SP-SM	A-1-b	39	54	7	18-20-10/0"
	K7+350	S-19	0.90 - 1.55	GP-GM	A-1-a	62	33	5	16
	K7+600	S-20	1.00 - 1.25	SP	A-1-a	42	54	3	10/0"
	K7+910	S-21	1.20 - 1.40	SP-SM	A-3	27	65	8	6-10/0"

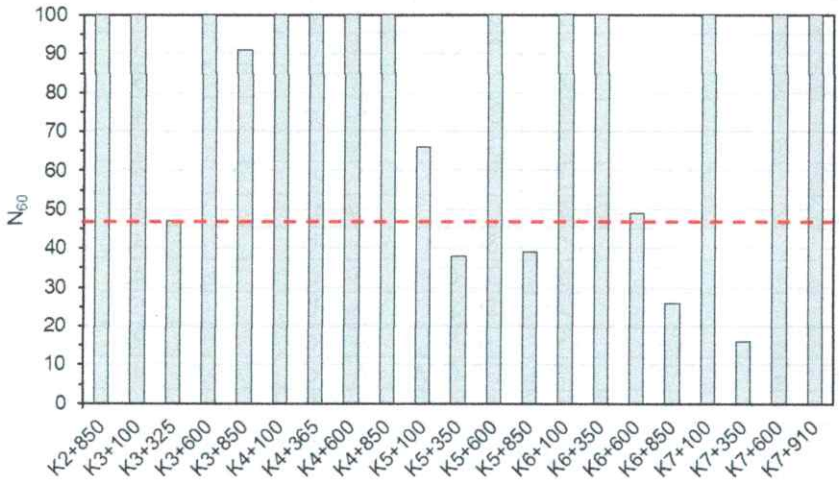
$N_{60\ MÍNIMO}$	16
$N_{60\ MÁXIMO}$	91
$N_{60\ PROMEDIO}$	47
Desviación	23
CoV (%)	50.4%
Total datos	21
Rechazo	13

Fuente: Elaboración propia

En la **Ilustración 8** se relaciona la abscisa de cada sondeo con el resultado del ensayo de penetración estándar corregido por eficiencia de martillo (N_{60}). Las columnas que alcanzan un valor de 100 corresponden a rechazo

de cuchara partida. Los valores por debajo de 100 son resultados completos del ensayo (penetración de la cuchara en 3 intervalos consecutivos de 15 cm cada uno). El valor promedio de N_{60} para los ensayos satisfactorios fue de 47 golpes por pie (47/30 cm) dentro del rango de los 16 a 91 golpes por pie con un Coeficiente de Variabilidad (CoV) del 50%. Los valores altos de rechazo (N_{60} = 100) no se incluyen dentro del análisis estadístico. Durante la realización del ensayo de penetración se observó que el número de golpes está afectado directamente por la presencia de gravas y cantos de arenisca y podrían no reflejar la naturaleza de la matriz.

Ilustración 8- Valores de N_{60} para los sondeos



Fuente: Elaboración propia

5.2.2. Resultados del Ensayo de Penetrómetro de Cono Dinámico

El INVIAS 2002 propone el uso de la correlación propuesta por el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos para todos los tipos de suelo.

$$CBR = \frac{292}{PDC^{1.12}}$$

En donde:

CBR: corresponde al valor de CBR de campo en %
PDC: lectura del Penetrómetro Dinámico de Cono en mm/golpe

En 7 locaciones fue posible adelantar ensayos de PDC. Los resultados con las correlaciones de CBR de campo se presentan a continuación para valores de CBR entre 7.5 y 12.8%. En general, los valores de CBR obtenidos por medio del PDC y de las muestras de CBR de campo son significativamente menores que los correlacionados por los métodos del SPT, clasificación de suelos y granulometrías.

Tabla 6 – Resumen de resultados de Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC)

Abscisa	Apique	Sondeo	Ensayo	CBR (%) Natural	CBR (%) Sumergido	PDC (mm/golpe)	CBR_{PDC} (%)
K2+850	A-21	S-1	CBR1	12.4	8.8	15.0	12.8
K3+600	A-18	S-4	CBR4	24.1	8.4		
K4+600	A-14	S-8	CBR8	13.2	8.0	19.8	8.7
K4+850	A-13	S-9	CBR9	10.6	5.7	22.0	7.5
K5+100	A-12	S-10	CBR10	5.3	3.4	18.7	9.4
K5+350	A-11	S-11	CBR11	19.1	10.0	16.2	11.5
K6+350	A-7	S-15	CBR15	5.7	3.2	16.8	10.9
K7+350	A-3	S-19	CBR19	11.2	6.1	16.5	11.2

Fuente: Elaboración propia

5.3. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio se desarrollaron con el fin de determinar las propiedades índice y de resistencia de los suelos encontrados a lo largo del alineamiento y en los puntos críticos. Los siguientes ensayos y normativas del INVIAS fueron realizados en muestras seleccionadas. La cantidad de ensayos realizados también se muestra.

Tabla 7 – Resumen de ensayos de laboratorio

Ensayo	Normatividad	Número de ensayos
Clasificación visual y manual de suelos	INV. E-102-13	57
Determinación del contenido de humedad	INV. E-122-13	75
Límites de consistencia [1]	INV. E-125-13 INV. E-126-13	1

Ensayo	Normatividad	Número de ensayos
Análisis granulométrico	INV. E-106-13 INV. E-123-13 INV. E-213-13	57
CBR sobre muestra inalterada	INV. E-148-13	8
Ensayo de corte directo	INV. E-154-13	4

Nota 1

De todas las muestras se separó material pasa tamiz No. 4 para intentar realizar el ensayo de plasticidad, pero los resultados arrojaron que los suelos no son plásticos. Solo una muestra tomada del corte expuesto en el principal punto crítico de erosión resultó en un LL = 20, LP = 18, IP = 2, valores que también indican suelos no plásticos.

Fuente: Elaboración propia

5.3.1. Propiedades Índice

De un total de 47 ensayos de clasificación de suelos para los pavimentos, se encontró que el 44% de las muestras clasificó como arena (SM, SP-SM) y el 56% clasificó como grava (GM, GP, GP-GM). En ninguna de las muestras se encontró más del 50% de material fino (limo o arcilla) y solo en 1 muestra se superó el 35% de finos (en el sondeo S-15). De un total de 10 ensayos de clasificación de suelos para las estructuras críticas, se encontró que el 80% de las muestras clasificó como arena (SM, SP-SM, SW-SM) y el 20% clasificó como grava (GP). En ninguna de las muestras se encontró más del 35% de material fino (limo o arcilla).

El resumen de los ensayos de clasificación y propiedades índice de los suelos de soporte de pavimentos y de las estructuras se presenta a continuación en la **Tabla 8** y **Tabla 9**, respectivamente. La descripción del perfil estratigráfico en cada sondeo/apique se muestra en el **ANEXO A**.

Tabla 8 – Resumen de propiedades índice de los suelos de soporte de pavimentos

Abscisa	Apique	Sondeo	Prof. (m)	SUCS	AASHTO	w (%)	G (%)	A (%)	F (%)	LL-LP-IP
K2+850	A-21	S-1	0.00 - 0.45							
			0.45 - 0.90	SM	A-2-4	12	0	76	24	NP
			0.90 - 1.00	GP-GM	A-1-a	7	60	34	6	NP
			1.00 - 1.20	SM	A-2-4	2	40	47	13	NP
K3+100	A-20	S-2	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.75	GP-GM	A-1-a	4	63	30	7	NP
K3+325	A-19	S-3	0.00 - 0.20							
			0.20 - 1.20	GP-GM	A-1-a	4	66	28	6	NP
			1.20 - 1.65	SM	A-2-4	5	23	54	23	NP
K3+600	A-18	S-4	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.45	SM	A-2-4	13	0	77	23	NP
			0.45 - 0.80	GM	A-1-a	7	57	30	13	NP
			0.80 - 1.00	SM	A-2-4	6	28	51	22	NP
K3+850	A-17	S-5	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.70	GP	A-1-a	4	65	32	3	NP
			0.70 - 1.20	GP-GM	A-1-a	4	46	44	10	NP
K4+100	A-16	S-6	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.85	GP-GM	A-1-a	6	60	35	5	NP
			0.85 - 1.20	GP-GM	A-1-a	2	65	29	5	NP
K4+365	A-15	S-7	0.00 - 0.20							
			0.20 - 1.30	GM	A-1-b	4	58	24	18	NP
			1.30 - 1.50	SP-SM	A-1-b	1	11	82	7	NP
K4+600	A-14	S-8	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.40	SM	A-2-4	14	0	68	32	NP
			0.40 - 0.70	SM	A-4	24	0	65	35	NP
K4+850	A-13	S-9	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.70	SM	A-2-4	14	0	71	29	NP
			0.70 - 1.05	SP-SM	A-1-b	3	44	46	9	NP
K5+100	A-12	S-10	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.50	SM	A-2-4	8	0	66	34	NP
			0.50 - 0.80	GP-GM	A-1-a	6	69	26	5	NP
			0.80 - 1.25	GP-GM	A-1-a	3	50	43	7	NP
K5+350	A-11	S-11	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.70	SM	A-2-4	8	0	65	35	NP
			0.70 - 1.00	GP-GM	A-1-a	7	63	27	10	NP
			1.00 - 1.45	SP-SM	A-1-b	6	37	53	10	NP
K5+600	A-10	S-12	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.90	GM	A-1-a	4	60	27	13	NP
K5+850	A-9	S-13	0.00 - 0.20							
			0.20 - 1.30	GP-GM	A-1-a	6	63	29	8	NP
			1.30 - 1.70	GP-GM	A-1-a	3	46	46	8	NP
K6+100	A-8	S-14	0.00 - 0.20							
			0.20 - 1.35	GP-GM	A-1-a	4	71	24	6	NP
			1.35 - 1.50	SP-SM	A-1-b	7	42	49	9	NP

K6+350	A-7	S-15	0.00 - 0.40							
			0.40 - 0.90	SM	A-4	10	0	63	37	NP
			0.90 - 1.10	GP-GM	A-1-b	2	52	42	6	NP
K6+600	A-6	S-16	0.00 - 0.20							
			0.20 - 0.90	GP-GM	A-1-a	3	64	29	7	NP
			0.90 - 1.40	SM	A-2-4	1	39	46	14	NP
K6+850	A-5	S-17	0.00 - 0.30							
			0.30 - 0.90	GP-GM	A-1-a	4	67	28	5	NP
			0.90 - 1.55	GP	A-1-a	10	69	29	2	NP
K7+100	A-4	S-18	0.00 - 0.25							
			0.25 - 0.90	GP	A-1-a	5	65	32	3	NP
			0.90 - 1.25	SP-SM	A-1-b	4	39	54	7	NP
K7+350	A-3	S-19	0.00 - 0.60							
			0.60 - 0.90	SM	A-2-4	10	0	65	35	NP
			0.90 - 1.55	GP-GM	A-1-a	11	62	33	5	NP
K7+600	A-2	S-20	0.00 - 0.25							
			0.25 - 1.00	GP	A-1-a	3	69	26	5	NP
			1.00 - 1.25	SP	A-1-a	3	42	54	3	NP
K7+910	A-1	S-21	0.00 - 0.25							
			0.25 - 1.20	GP-GM	A-1-a	3	73	19	8	NP
			1.20 - 1.40	SP-SM	A-3	5	27	65	8	NP

Notas: SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos, AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials, w (%): Porcentaje de humedad natural, G (%): Porcentaje de gravas, A (%): Porcentaje de arenas, F (%): Porcentaje de finos, LL-LP-IP: Límite Líquido, Límite Plástico, Índice Plástico. NP: No plástico.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9 – Resumen de propiedades índice de los suelos de soporte de estructuras

	Abscisa	Apique	Sondeo	Prof. (m)	SUCS	AASHTO	w (%)	G (%)	A (%)	F (%)	LL-LP-IP
Muro	K5+710	A-24	M-3	0.00 - 0.50							
				0.50 - 1.10	SM	A-2-4	5	0	76	24	NP
				1.10 - 2.00	SM	A-2-4	12	0	76	24	NP
	K5+850	A-23	M-2	0.00 - 0.60							
				0.60 - 1.00	SM	A-2-4	3	1	76	24	NP
				1.00 - 1.25	SP-SM	A-1-b	2	43	52	5	NP
	K5+960		M-1[1] Talud expuesto	0.00 - 0.50							
				0.50 - 1.50	SM	A-2-4	8	0	65	35	20-18-2
				1.50 - 2.00							
		A-22	M-1[2]	0.00 - 0.50	GP	A-1-a	3	52	48	1	NP
Puente	K7+250	A-26	P-1	0.00 - 0.20							
				0.20 - 0.80	SP-SM	A-1-b	9	39	56	5	NP
	K7+270	A-25	P-2	0.00 - 0.40							
				0.40 - 1.20	SW-SM	A-3	4	0	94	6	NP
				1.20 - 1.80	SM	A-2-4	5	0	78	22	NP
				1.80 - 2.40	GP	A-1-a	3	52	47	0	NP

Notas: [1] Corresponde a la elevación del perfil del talud de corte expuesto sobre el lecho del río. [2] Corresponde a la profundidad del apique realizado en el lecho del río, continuando el perfil del talud de corte expuesto

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Capacidad de Soporte de la Subrasante de la Vía

Muestras de suelo seleccionadas fueron empleadas para evaluar la capacidad de soporte de la subrasante de la estructura de pavimento mediante ensayos de CBR (*California Bearing Ratio*) en muestras inalteradas. Los moldes de CBR fueron hincados por debajo de los 40 cm. El valor del CBR corresponde al porcentaje de resistencia de la muestra ensayada con respecto a la resistencia de una muestra estándar sujeta a los mismos valores de esfuerzo, velocidad y penetración de 2.54 mm (0.1") y 5.08 mm (0.2"). Es importante aclarar que, debido a la presencia abundante de clastos de arenisca de tamaños de canto y bolo, el hincado y recuperación de moldes de CBR de campo fue restringido a 8 muestras.

Los ensayos de CBR fueron realizados sobre las muestras recuperadas, primero bajo condiciones de humedad natural y luego después de estar sumergidos por un periodo de 4 días. La localización de las muestras ensayadas, la humedad, densidad y CBR para cada condición, así como el porcentaje de expansión luego de sumergir las muestras por 4 días, se presentan a continuación. Correlacionando la clasificación de los suelos y las muestras recuperadas, se observa que solo suelos arenolimosos fueron recuperados. Esto debido a la dificultad que presentan las gravas y bolos para hincar el molde.

Tabla 10 – Resumen de resultados de CBR

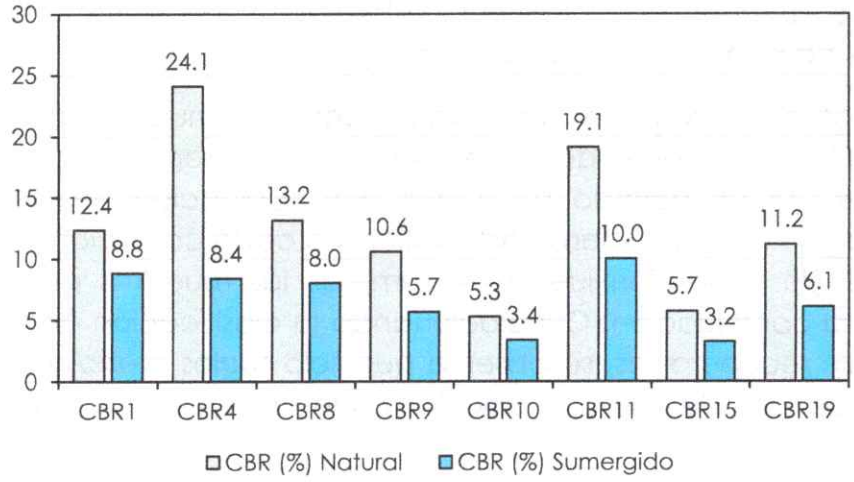
				Condición natural			Condición sumergida			
Abscisa	Apique	Sondeo	Ensayo	Humedad (%)	Densidad seca (g/cm^3)	CBR (%) Natural	Humedad (%)	Densidad seca (g/cm^3)	CBR (%) Sumergido	Expansión (%)
K2+850	A-21	S-1	CBR1	12.3	1.46	12.4	20.4	1.5	8.8	0.06
K3+600	A-18	S-4	CBR4	12.8	1.68	24.1	16.3	1.7	8.4	0.10
K4+600	A-14	S-8	CBR8	14.4	1.65	13.2	16.7	1.7	8.0	0.08
K4+850	A-13	S-9	CBR9	13.6	1.47	10.6	23.4	1.5	5.7	0.05
K5+100	A-12	S-10	CBR10	7.8	1.59	5.3	18.2	1.6	3.4	0.12
K5+350	A-11	S-11	CBR11	7.8	1.67	19.1	15.6	1.7	10.0	0.05
K6+350	A-7	S-15	CBR15	9.9	1.48	5.7	17.7	1.5	3.2	0.11
K7+350	A-3	S-19	CBR19	10.1	1.47	11.2	24.4	1.5	6.1	0.08

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de CBR sumergidos son significativamente menores que los valores medidos a humedad natural. En promedio, el CBR sumergido corresponde al 56% del valor medido a humedad natural. Es decir que, en

promedio, la capacidad de soporte de los suelos evaluados decrece a aproximadamente la mitad del valor medido a humedad natural. Se recomienda que el CBR crítico de diseño se tome para condiciones saturadas considerando la alta permeabilidad de la subrasante, la cercanía del alineamiento al río y que el municipio de Saravena pertenece a una región super húmeda (Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito, 2007).

Ilustración 9- Comparación de valores de CBR a humedad natural y sumergidos



Fuente: Elaboración propia

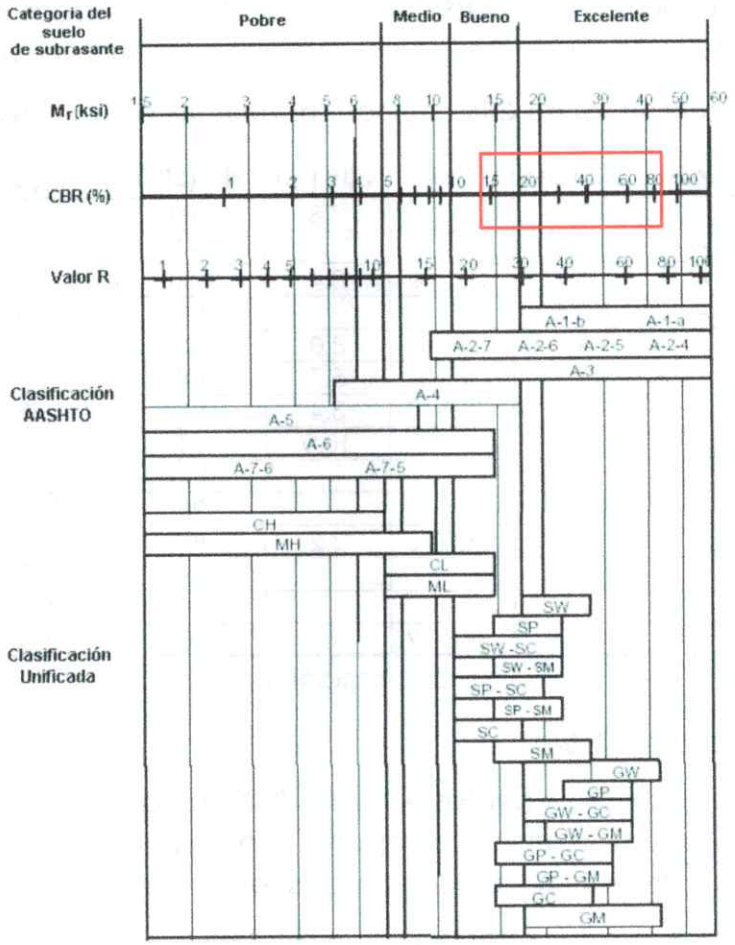
5.3.2.1. Correlaciones típicas de CBR

Existen diferentes correlaciones experimentales entre el CBR y propiedades del suelo como lo son su clasificación SUCS/AASHTO, granulometría y el número de golpes del ensayo de penetración estándar (N_{SPT}). A continuación, se presentan las más conocidas.

Clasificación de los suelos

En la **Ilustración 10** se muestra el rango típico de CBR para diferentes tipos de suelo según la clasificación AASHTO Y SUCS (AASHTO 2002). Según estas correlaciones, los suelos del proyecto (SM, SP-SM, GP, GP-GM, A-4 y superior calidad) deberían presentar valores de CBR por el orden de 15 a 80%.

Ilustración 10- Correlaciones entre tipos de suelo y CBR de campo



Fuente: Guía del Método de Diseño Empírico-Mecanístico para el Diseño de Pavimentos Nuevos y Rehabilitación, AASHTO, 2002

Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

Livnen & Ishai (1987) presentaron una correlación entre el CBR y el valor de SPT.

$$log(CBR) = -5.13 + 6.55 * [log(SPT)]^{-0.26}$$

En donde:

CBR: corresponde al valor de CBR de campo en %
SPT: relación entre la profundidad de penetración y el número de golpes requerido para dicha penetración en mm/golpes

Según esta correlación, los valores de CBR de campo para aquellas localizaciones en las que se pudo desarrollar el ensayo para el intervalo de 45 cm varían entre 10 y 69%. Se ignoran valores superiores al 100%.

Tabla 11 – Correlaciones de CBR con base al valor de SPT (Livnen & Ishai, 1987)

	Abscisa	Apique	Sondeo	CBR	CBR (%)	N_{60} (SPT)	mm/golpe	CBR (%)
Pavimentos	K2+850	A-21	S-1	CBR-1	8.8	100		
	K3+325	A-19	S-3			47	6.38	63.1
	K3+600	A-18	S-4	CBR-4	8.4	100		
	K3+850	A-17	S-5			91	3.30	437.9
	K4+600	A-14	S-8	CBR-8	8.0	100		
	K4+850	A-13	S-9	CBR-9	5.7	100		
	K5+100	A-12	S-10	CBR-10	3.4	66	4.55	149.4
	K5+350	A-11	S-11	CBR-11	10.0	38	7.89	40.5
	K5+600	A-10	S-12			100		
	K5+850	A-9	S-13			39	7.69	42.6
	K6+350	A-7	S-15	CBR-15	3.2	100		
	K6+600	A-6	S-16			49	6.12	69.4
	K6+850	A-5	S-17			26	11.54	20.8
	K7+350	A-3	S-19	CBR-19	6.1	16	18.75	10.5

Fuente: Elaboración propia

Curva granulométrica (D_{60})

La guía de Diseño de Pavimentos AASHTO (2002) y adoptada por el INVIAS para bajos volúmenes de tránsito propone una correlación entre el valor del CBR y el tamaño de partículas cuando los suelos no presentan plasticidad.

$$CBR = 28.09 * (D_{60})^{0.358}$$

En donde:

CBR: corresponde al valor de CBR de campo en %

D_{60}: apertura del tamiz que deja pasar el 60% del suelo en peso, se expresa en mm y se lee de la curva granulométrica

Según esta correlación, los valores de CBR para los sondeos mostrados en la **Tabla 12** varían entre 16.3 y 77.9%.

Tabla 12 – Correlaciones de CBR con base a la curva granulométrica

	Abscisa	Sondeo	Prof. (m)	SUCS	AASHTO	w (%)	G (%)	A (%)	F (%)	D_{60} (mm)	CBR (%)
Pavimentos	K2+850	S-1	1.00 - 1.20	SM	A-2-4	2	40	47	13	4.75	49.1
	K3+325	S-3	1.20 - 1.65	SM	A-2-4	5	23	54	23	0.40	20.2
	K3+600	S-4	0.45 - 0.80	GM	A-1-a	7	57	30	13	0.28	17.8
			0.80 - 1.00	SM	A-2-4	6	28	51	22	0.39	20.1
	K3+850	S-5	0.70 - 1.20	GP-GM	A-1-a	4	46	44	10	7.99	59.1
	K4+100	S-6	0.85 - 1.20	GP-GM	A-1-a	2	65	29	5	17.10	77.6
	K4+365	S-7	1.30 - 1.50	SP-SM	A-1-b	1	11	82	7	0.86	26.6
	K4+850	S-9	0.70 - 1.05	SP-SM	A-1-b	3	44	46	9	6.92	56.1
	K5+100	S-10	0.80 - 1.25	GP-GM	A-1-a	3	50	43	7	8.65	60.8
	K5+350	S-11	1.00 - 1.45	SP-SM	A-1-b	6	37	53	10	3.99	46.1
	K5+600	S-12	0.20 - 0.90	GM	A-1-a	4	60	27	13	0.22	16.3
	K5+850	S-13	1.30 - 1.70	GP-GM	A-1-a	3	46	46	8	0.39	20.1
	K6+100	S-14	1.35 - 1.50	SP-SM	A-1-b	7	42	49	9	5.76	52.6
	K6+350	S-15	0.90 - 1.10	GP-GM	A-1-b	2	52	42	6	8.41	60.2
	K6+600	S-16	0.90 - 1.40	SM	A-2-4	1	39	46	14	4.58	48.4
	K6+850	S-17	0.90 - 1.55	GP	A-1-a	10	69	29	2	17.25	77.9
	K7+100	S-18	0.90 - 1.25	SP-SM	A-1-b	4	39	54	7	0.37	19.7
	K7+350	S-19	0.90 - 1.55	GP-GM	A-1-a	11	62	33	5	15.51	75.0
	K7+600	S-20	1.00 - 1.25	SP	A-1-a	3	42	54	3	6.13	53.8
	K7+910	S-21	1.20 - 1.40	SP-SM	A-3	5	27	65	8	0.74	25.2

Fuente: Elaboración propia

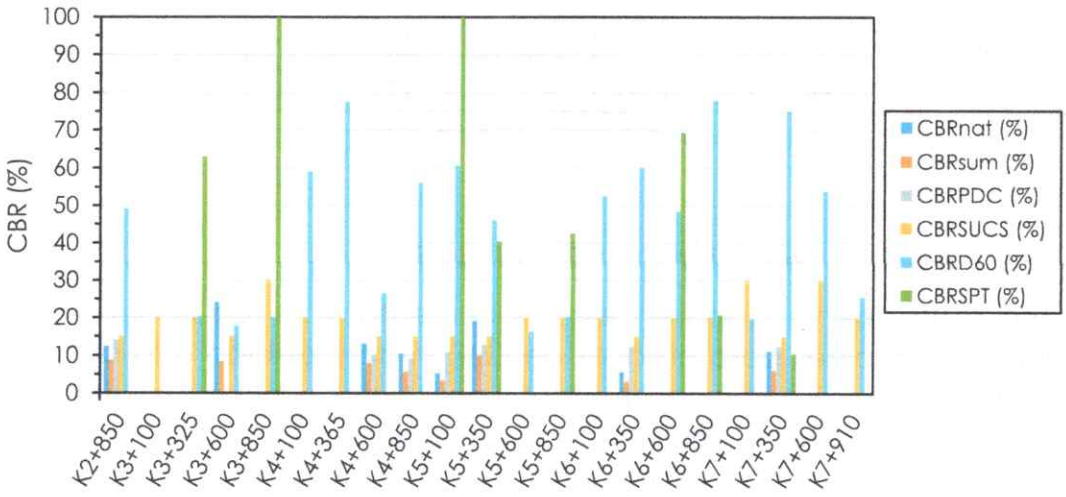
5.3.2.2. Selección del CBR de diseño

Como se ha mencionado en este documento, solo fue posible hincar y recuperar 8 moldes para ensayos de CBR intacto debido a la abundante presencia de materiales con tamaños de cantos y bolos. Los sitios de los cuales se recuperaron muestras corresponden principalmente a arenas limosas (SM) sin gravas. A las muestras recuperadas se les practicaron ensayos de CBR al contenido de humedad natural y saturados. Los valores de CBR saturados disminuyeron entre el 35% y el 71% con respecto a los de humedad natural, con un porcentaje de disminución medio del 56%. Es decir que, en promedio, la capacidad de soporte de la subrasante saturada es aproximadamente 0.56 veces la capacidad de soporte en condiciones de humedad natural, las cuales son relativamente secas según las condiciones actuales del alineamiento y de la región.

Respecto a las correlaciones, los valores de CBR obtenidos por SPT o PDC generalmente corresponden a valores de campo en condiciones naturales de humedad. Empleando dichas correlaciones hay una tendencia a obtener valores de CBR altos para las condiciones actuales de humedad de

los suelos. Los valores de CBR obtenidos por análisis de curvas granulométricas (D_{60}) o por clasificación de suelos (SUCS, AASHTO) generalmente representan condiciones de compactación al contenido de humedad y esfuerzo óptimo, el cual no es el caso de los materiales naturales que conforman la vía. En la **Ilustración 11** se comparan los valores de CBR obtenidos por diferentes métodos (CBR_{nat}: condición de humedad natural, CBR_{sum}: condición saturada, CBR_{PDC}: correlacionada con el ensayo de penetrómetro dinámico, CBR_{SUCS}: correlacionada con la clasificación del suelo, CBR_{D60}: correlacionada con el tamaño de grano y CBR_{SPT} correlacionada con el ensayo de penetración estándar).

Ilustración 11- Comparación de CBR medidos o correlacionados por diferentes métodos



Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 13** se presentan los valores calculados por cada método y el valor de CBR de diseño para cada estación (apique/sondeo). La distribución de los valores de diseño a lo largo del alineamiento se muestra en la **Ilustración 12**. Los valores en azul corresponden a CBR de laboratorio sumergido y los valores en gris corresponden a valores ajustados por correlaciones. Los CBR correlacionados deberán ser ajustados para obtener el valor de diseño de la estructura de pavimento con base a la variación de resistencia y clasificación de los suelos a lo largo del proyecto. Adicionalmente, se deberá diseñar para representar condiciones ambientales y de la subrasante húmedas, las cuales se esperan en el sector.

Tabla 13 – Comparación de CBR medidos o correlacionados por diferentes métodos

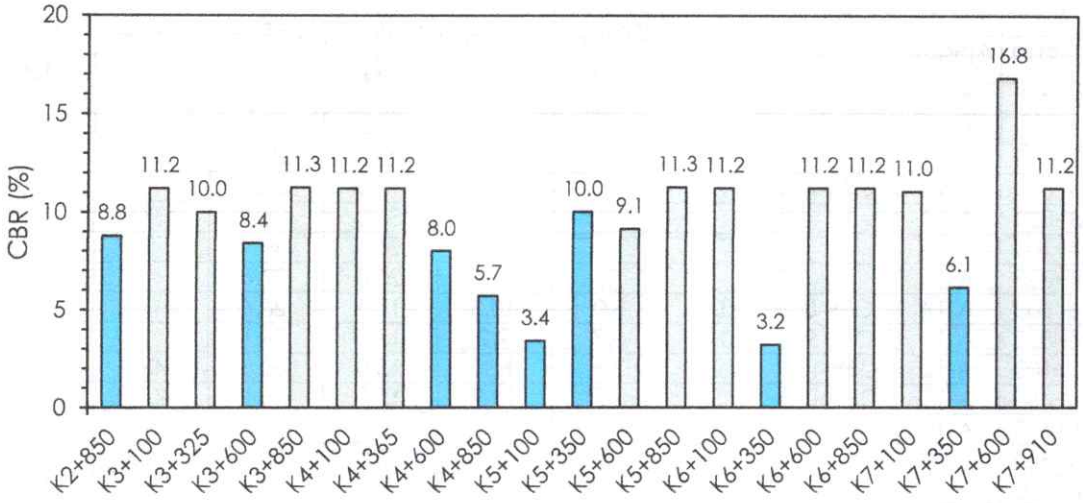
Abscisa	Apique	CBR	CBR_{nat} (%)	CBR_{sum} (%)	CBR_{PDC} (%)	CBR_{SUCS} (%)	CBR_{D60} (%)	CBR_{SPT} (%)	$CBR_{DISEÑO}$ (%)
K2+850	A-21	CBR-1	12.4	8.8	14.1	15.0	49.1		8.8
K3+100	A-20					20.0			11.2
K3+325	A-19					20.0	20.2	63.1	10.0
K3+600	A-18	CBR-4	24.1	8.4		15.0	17.8		8.4
K3+850	A-17					30.0	20.1	437.9	11.3
K4+100	A-16					20.0	59.1		11.2
K4+365	A-15					20.0	77.6		11.2
K4+600	A-14	CBR-8	13.2	8.0	10.3	15.0	26.6		8.0
K4+850	A-13	CBR-9	10.6	5.7	9.2	15.0	56.1		5.7
K5+100	A-12	CBR-10	5.3	3.4	11.0	15.0	60.8	149.4	3.4
K5+350	A-11	CBR-11	19.11	10.0	12.9	15.0	46.1	40.5	10.0
K5+600	A-10					20.0	16.3		9.1
K5+850	A-9					20.0	20.1	42.6	11.3
K6+100	A-8					20.0	52.6		11.2
K6+350	A-7	CBR-15	5.7	3.2	12.4	15.0	60.2		3.2
K6+600	A-6					20.0	48.4	69.4	11.2
K6+850	A-5					20.0	77.9	20.8	11.2
K7+100	A-4					30.0	19.7		11.0
K7+350	A-3	CBR-19	11.2	6.1	12.6	15.0	75.0	10.5	6.1
K7+600	A-2					30.0	53.8		16.8
K7+910	A-1					20.0	25.5		11.2
		MIN	5.3	3.2	9.2	15.0	16.3	10.5	3.2
		MAX	24.1	10.0	14.1	30.0	77.9	69.4	16.8
		AVG	12.7	6.7	11.8	19.5	44.2	41.1	10.0
		ST.DEV	6.3	2.5	1.7	5.0	21.5	22.9	3.0
		COV	50.0%	37.6%	14.3%	25.5%	48.7%	55.8%	29.4%
		CANT.	8	8	7	21	20	8	21

Notas:

CBR_{nat} A humedad de campo
CBR_{sum} Sumergido/saturado
CBR_{PDC} Correlacionado con Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC)
CBR_{SUCS} Correlacionado según Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y AASHTO
CBR_{D60} Correlacionado según granulometría de agregados (tamaño pasa 60%)
CBR_{SPT} Correlacionado del ensayo de penetración estándar (Livnen & Ishai, 1987)

Fuente: Elaboración propia

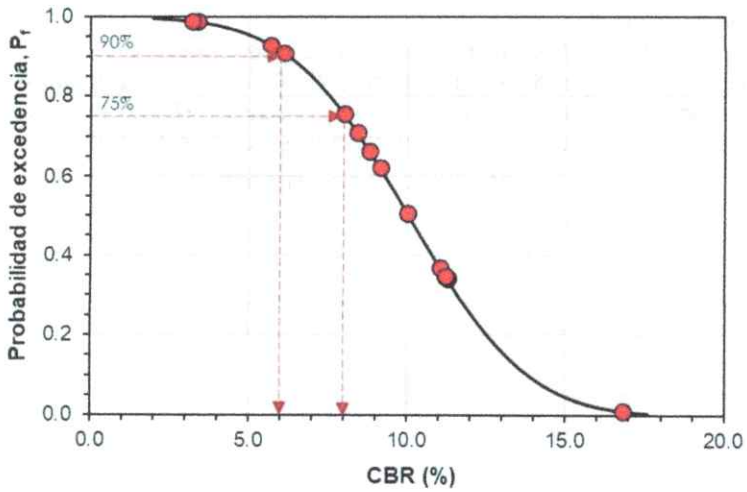
Ilustración 12- CBR ajustados para condiciones húmedas



Fuente: Elaboración propia

Con base en los valores medio y desviación estándar calculados para todos los CBR se obtiene una curva de distribución probabilística de excedencia con base a una distribución normal. De esta curva se puede estimar el valor de CBR de diseño para una probabilidad de excedencia deseada. Se presentan los valores correspondientes al 90% y 75% de probabilidad de ocurrencia (8% y 6%). **Se recomienda que para el diseño de la estructura de pavimento se use un valor de CBR de 6.0%.**

Ilustración 13- Comparación de valores de CBR a humedad natural y sumergidos



Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Ensayos de Resistencia del Terreno de Fundación

Para evaluar la resistencia de la matriz arenosa y limoarenosa que conforma el terreno de soporte de los estribos del puente y del punto crítico del muro, así como la resistencia de los suelos que conforman la cara del muro sujeta al proceso de erosión más visible, se recuperó material de estas zonas. Los suelos recuperados fueron procesados por el tamiz No. 4 para eliminar las gravas y obtener solamente la parte arenosa y fina del suelo. Estos materiales fueron remoldeados a valores de humedad y densidad cercanos a las del sitio. La velocidad de corte fue tomada de los valores recomendados por la norma INVIAS INV. E-154-13 para suelos arenolimosos (SM) y arenas mal gradadas (SP), es decir, 0.0833 mm/min y 0.497 mm/min, respectivamente. Los ensayos de corte se realizaron con las muestras sumergidas, luego del tiempo de equilibrio recomendado en la norma INVIAS.

Los parámetros de resistencia de laboratorio obtenidos para el modelo Mohr-Coulomb, (c-phi) se muestran a continuación. Los formatos de ensayo se adjuntan en el **ANEXO B**.

Tabla 14 – Resumen de parámetros de resistencia de laboratorio

						Remoldeada		Sumergida		Parámetros	
Abscisa	Apique	Sondeo	SUCS	AASHTO	Profundidad (m)	ω_o (%)	ρ_s (g/cm^3)	ω_f (%)	ρ_s (g/cm^3)	φ (°)	c (kPa)
K5+960	A-22	M-1	SM	A-2-4	0.50 - 1.50	9.8	1.63	18.9	1.62	33.2	0.0
			SP	A-1-a	2.00 - 2.50	9.1	1.62	20.8	1.65	31.7	0.0
K7+250	A-26	P-1	SP-SM	A-1-b	0.20 - 0.80	8.8	1.73	18.6	1.71	33.0	0.0
K7+270	A-25	P-2	SW-SM	A-3	0.20 - 0.80	5.2	1.52	28.7	1.48	29.4	0.0

Notas:
Muestras M-1 (0.5 – 1.5) y M-1 (2.0 – 2.5) tomadas de la cara expuesta del corte natural y del lecho del río (0.2 – 0.5), respectivamente. Muestras P-1 y P-2 tomadas a profundidades de 0.2 – 0.8 m en las localizaciones anticipadas de los estribos oriental y occidental del puente, respectivamente.

Fuente: Elaboración propia

5.4. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO POR MÉTODOS INDIRECTOS

Los perfiles de velocidades de onda de compresión (V_p) (longitudinales) y de cortante (V_s) (transversales), los perfiles estratigráficos aproximados y propiedades dinámicas del suelo fueron obtenidos en tres sectores del

alineamiento por medio de métodos geofísicos consistentes en líneas de refracción sísmica (**Estudio de Geofísica**), como se muestra en el **ANEXO C.** Las velocidades V_s se obtuvieron por medio del método Multicanal de Análisis de Ondas Superficiales (*Multi-Channel Analysis of Surface Wave*, MASW). En la **Tabla 15** se presentan los valores medios para cada estrato determinado de velocidad de onda de compresión (V_p), velocidad de onda de corte (V_s), la densidad aproximada, módulo de *poisson* (v), módulo de elasticidad/módulo de Young (E), módulo de corte (G), módulo de bulk (K), la velocidad de corte para los 30 m superiores (V_{s30}) y la clasificación de sitio.

Tabla 15 – Resumen de resultados de velocidades de onda y propiedades elásticas de los estratos

Línea	Estructura	Estrato	Profundidad (m)			V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p/V_s	ρ_t (kg/m³)	v	E (MPa)	G (MPa)	K (MPa)	V_{s30} (m/s)	Tipo de perfil
LRS-1	Estribo occidental del puente	1	0.00	-	10.00	490	250	1.96	1800	0.32	298	113	282	350	D
		2	10.00	-	35.00	760	390	1.95	1800	0.32	723	274	675		
LRS-2	Estribo oriental del puente	1	0.00	-	7.00	460	240	1.92	1800	0.31	272	104	243	346	D
		2	7.00	-	35.00	710	373	1.90	1800	0.31	656	250	573		
LRS-3	Muro	1	0.00	-	10.00	390	202	1.93	1800	0.32	193	73	176	229	D
		2	10.00	-	35.00	470	240	1.96	1800	0.32	274	104	259		

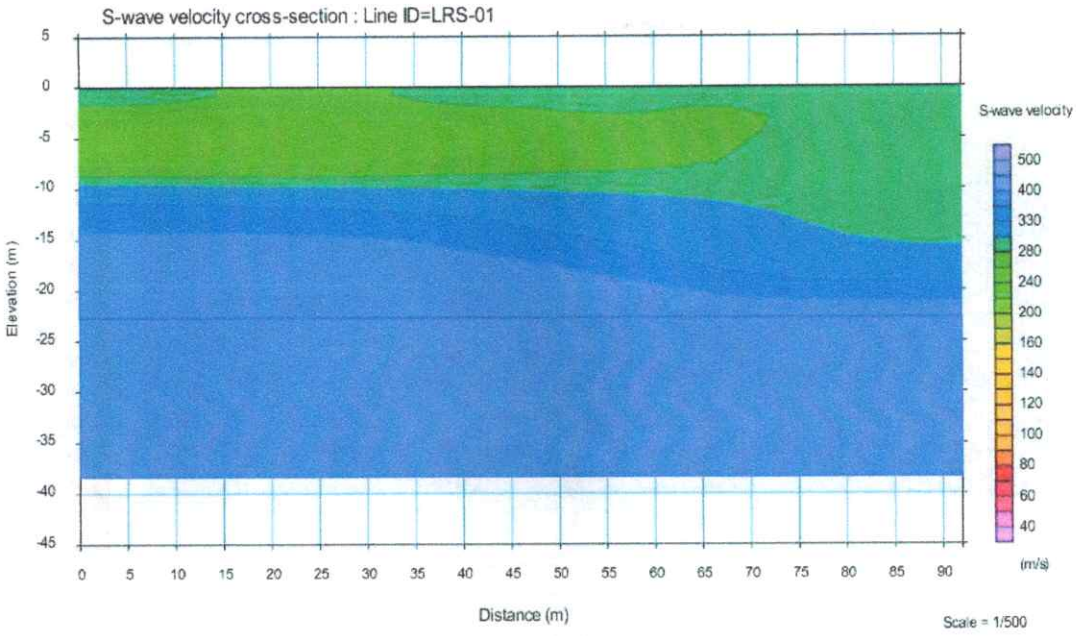
Fuente: Elaboración propia

El rango de velocidades de onda de compresión ($390 < V_p < 760$ m/s) indica la presencia de estratos compuestos por suelos sedimentarios, en este caso, según la geología local, de arenas y gravas transportadas, densas hasta la profundidad máxima de refracción de 35 m.

Por otra parte, las velocidades de onda de compresión (V_p) son un indicador de la dureza o resistencia del material frente a procesos de excavación (usando como referencia el manual de excavabilidad de Caterpillar) y sirven como indicador de la rigidez del material. Los valores presentados en la **Tabla 15** indican que, a lo largo de las tres líneas de refracción, el primer estrato, hasta profundidades aproximadas de 7 m a 10 m, corresponde a materiales relativamente sueltos desde el punto de vista mecánico de excavabilidad ($V_p < 600$ m/s); por lo tanto, relativamente fáciles de excavar con equipo pesado convencional.

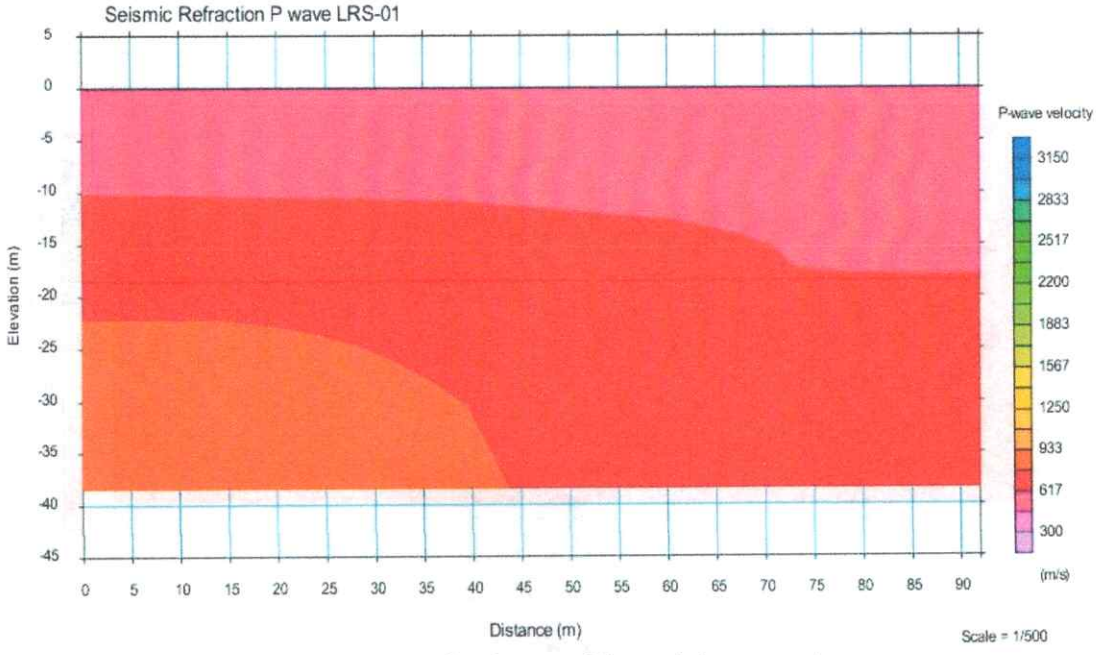
En las siguientes ilustraciones se presentan los resultados gráficos de los perfiles estratigráficos en dos dimensiones obtenidos con cada línea de refracción sísmica.

Ilustración 14- Perfil 2D de velocidades de onda de corte V_s LRS-1



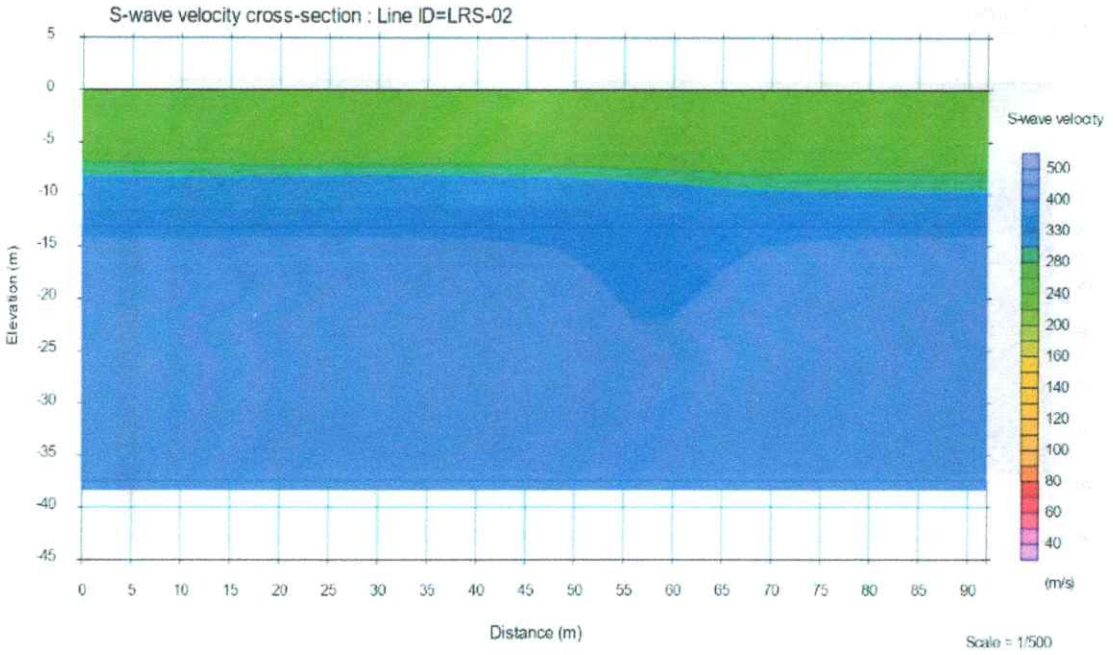
Fuente: Estudio de geofísica del proyecto

Ilustración 15- Perfil 2D de velocidades de onda de compresión V_p LRS-1



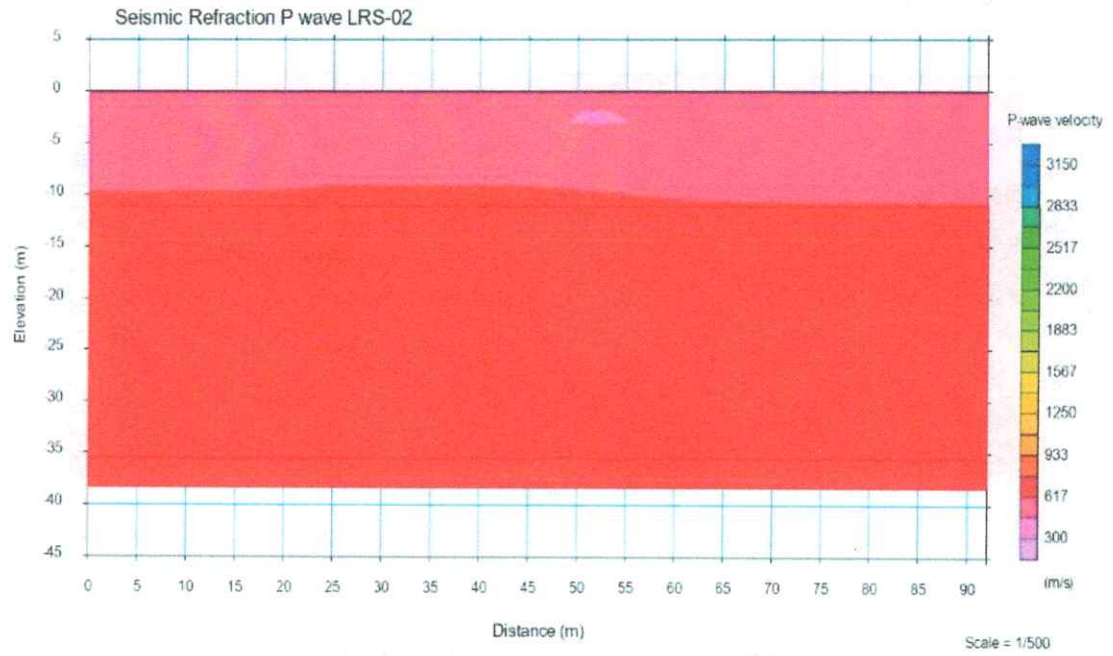
Fuente: Estudio de geofísica del proyecto

Ilustración 16- Perfil 2D de velocidades de onda de corte V_s LRS-2



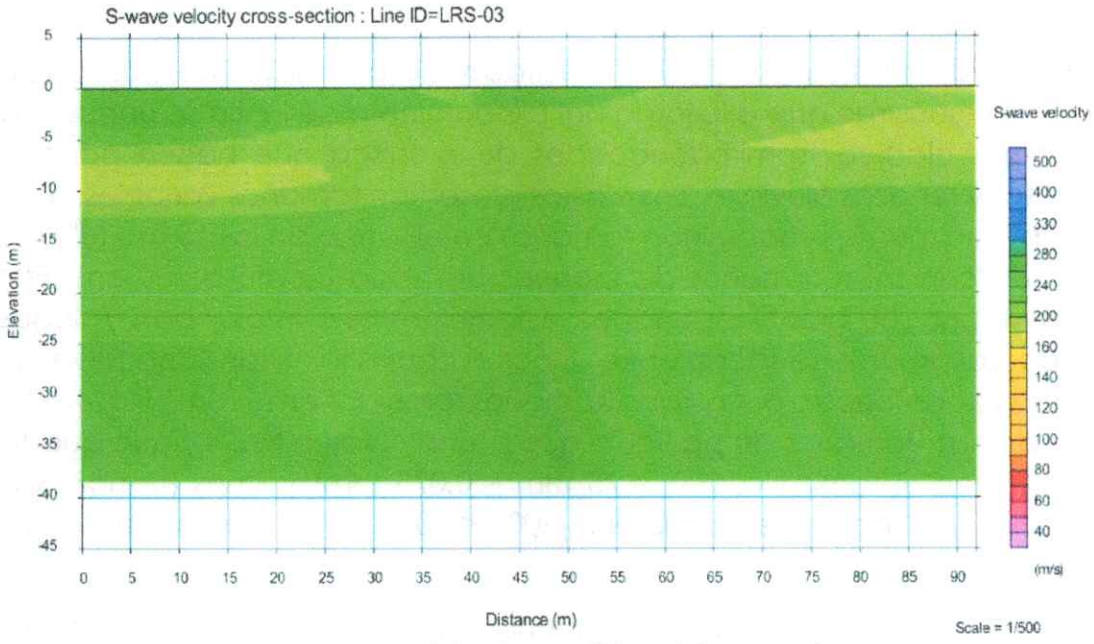
Fuente: Estudio de geofísica del proyecto

Ilustración 17- Perfil 2D de velocidades de onda de compresión V_p LRS-2



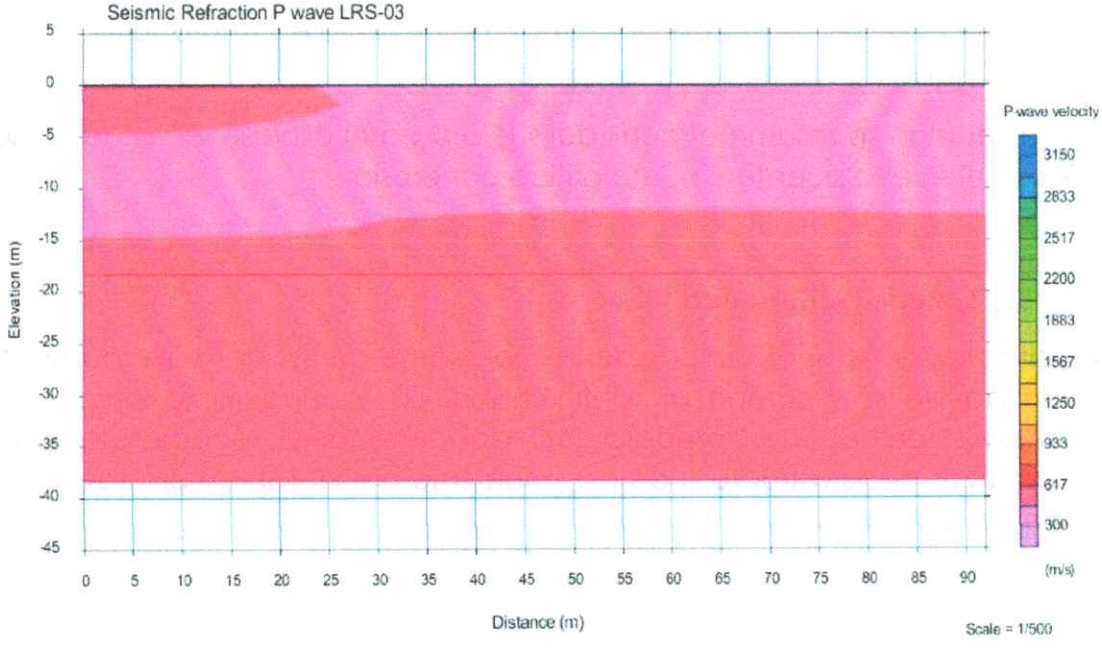
Fuente: Estudio de geofísica del proyecto

Ilustración 18- Perfil 2D de velocidades de onda de corte V_s LRS-3



Fuente: Estudio de geofísica del proyecto

Ilustración 19- Perfil 2D de velocidades de onda de compresión V_p LRS-3



Fuente: Estudio de geofísica del proyecto

5.5. PERFIL DEL SUELO

Las observaciones de campo y los resultados de los ensayos de clasificación de suelos muestran que a lo largo del alineamiento de la vía se encuentran materiales clásticos semiredondeados de arenisca que hacen parte de procesos y terrazas aluviales. Los clastos presentan tamaños variables, de los cuales visualmente predominan tamaños en el rango de los 15 cm (6") a 30 cm (12") con sobretamaños de bloques de hasta 80 cm a 100 cm. Estos materiales no son clasto-soportados, es decir, estos cantos y bolos/bloques no necesariamente se tocan entre sí, por el contrario, están soportados por una matriz compuesta por gravas (tamaños retenidos en el tamiz No. 4, >4.75 mm), arenas (tamaños de partícula que pasan el tamiz No. 4 y que quedan retenidos en el tamiz No. 200, 4.75 mm – 0.075 mm) y limos (tamaños de partícula que pasan el tamiz No. 200, <0.075 mm), siendo las arenas predominantes.

Este tipo de materiales granulares (arenas y gravas) son geotécnicamente resistentes y proporcionan buen soporte estructural. Por la presencia del componente fino (limos) se debe dar correcto manejo hidráulico para evitar socavación interna por flujo de agua. La presencia de los cantos y bloques puede generar algunos retrasos durante la etapa de movimientos de tierras para la preparación del terreno de cimentación de vías y puntos críticos, por lo cual se debe contar con equipo pesado.

En esta sección se resume el perfil del suelo para el alineamiento de la vía, estribos del nuevo puente y punto crítico por erosión.

5.5.1. Perfil Geotécnico Vial

Las características geotécnicas de la subrasante de los aproximadamente 5.1 km de vía se resumen a continuación. Las consideraciones con los parámetros de diseño, preparación del terreno y recomendaciones constructivas de la estructura de pavimento se presentan en el informe del Estudio de Geotecnia.

Tabla 16 – Resumen del perfil estratigráfico de la vía

Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
Superficial	0.2 – 0.6	0.2 – 0.6	Material de conformación de vía existente, compactado, compuesto por una matriz de arena con presencia de cantos de río subredondeados
1	0.7 – 1.7	0.5 – 1.5	Matriz granular natural, de tamaños de arenas y gravas con porcentajes distintos de limo (SM, SP, GM, GP), no plásticos, densidad media a alta, soportan clastos (detritos) de tamaño de cantos y bloques de arenisca

Nota: Las profundidades máximas de exploración estuvieron limitadas por la presencia de cantos y bloques. De los 21 sondeos, 17 encontraron rechazo a profundidades de entre 0.7 y 1.5 m.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17 – Resumen del perfil estratigráfico de los estribos del puente

Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
Superficial	0.2 – 0.4	0.2 – 0.4	Materiales orgánicos incluyendo raíces y suelos. La presencia de raíces puede llegar a mayores profundidades
1	0.8 – 2.4 (1)	0.6 – 2.0	Matriz granular natural, de tamaños de arenas y gravas con porcentajes distintos de limo (SM, SP, SW, GP), no plásticos, densidad media a alta, soportan clastos (detritos) de tamaño de cantos y bloques de arenisca
2	7 – 10 (2)	6.2 – 8.0	Materiales compuestos por arenas y gravas, densas, de alto módulo de elasticidad
3	35 (2)	25 – 28	Materiales compuestos por arenas y gravas, densas, de alto módulo de elasticidad, posiblemente consolidados

Notas:

1. Las profundidades máximas de exploración estuvieron limitadas por la presencia de cantos y bloques. En los dos sondeos se encontró rechazo de cuchara partida.
2. El perfil de suelo fue complementado por métodos geofísicos de refracción sísmica y el Estudio Geológico del alineamiento del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18 – Resumen del perfil estratigráfico del punto crítico de erosión

Estrato	Profundidad (m)	Espesor (m)	Descripción
Superficial	0.2 – 0.6	0.2 – 0.6	Sobre la vía, espesores de entre 0.2 y 0.5 m de material de conformación de la vía existente, compactado, compuesto por una matriz de arena con presencia de cantos de río subredondeados. Sobre los taludes, materiales orgánicos incluyendo raíces y suelos con espesores de 0.6 m. La presencia de raíces puede llegar a mayores profundidades.
1	1.25 – 2.5 (1)	0.65 – 2.3	Matriz granular natural, de tamaños de arenas y gravas con porcentajes distintos de limo (SM, SP, SW, GP), no plásticos, densidad media a alta, soportan clastos (detritos) de tamaño de cantos y bloques de arenisca. Se observan afloramientos de bloques de arenisca y cantos rodados.
2	10 (2)	7.5 – 8.75	Materiales compuestos por arenas y gravas, densas, de alto módulo de elasticidad
3	35 (2)	25	Materiales compuestos por arenas y gravas, densas, de alto módulo de elasticidad, posiblemente consolidados

Notas:

1. Las profundidades máximas de exploración estuvieron limitadas por la presencia de cantos y bloques. En los sondeos se encontró rechazo de cuchara partida.
2. El perfil de suelo fue complementado por métodos geofísicos de refracción sísmica y el Estudio Geológico del alineamiento del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

5.6. NIVEL FREÁTICO

El equipo de campo estuvo atento a la presencia del nivel freático y saturación de las muestras recuperadas durante la realización de los apiques y sondeos. En los sondeos M-1, P-1 y P-2, el nivel freático corresponde al nivel de la lámina de agua en el río. En los siguientes sondeos y a las siguientes profundidades se observó el nivel freático.

Tabla 19 – Resumen de la presencia del nivel freático

Abscisa	Apique	Sondeo	NF (m)	Estructura
K6+100	A-8	S-14	1.40	Vía
K6+850	A-5	S-17	1.50	Vía
K7+350	A-3	S-19	1.50	Vía
K5+960	A-22	M-1	0.40	Muro
K7+250	A-26	P-1	0.80	Puente
K7+270	A-25	P-2	1.00	Puente

Fuente: Elaboración propia

En la mayoría de los sondeos de la vía no se encontró el nivel freático dentro de las profundidades exploradas. Es importante mencionar que las condiciones encontradas reflejan las condiciones del terreno durante la época de exploración y que el trabajo de campo fue adelantado durante un periodo seco que hace parte del fenómeno local del Niño que se vive en el país desde el año 2023 (julio 2023 según la Organización Meteorológica Mundial, OMM y noviembre según el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia).

Se debe tener en cuenta que, durante el año, variaciones de pluviosidad, escorrentía, evaporación y otros factores hidrogeológicos que no son aparentes al momento en el cual el trabajo de campo fue realizado, afectarán la elevación del nivel freático y el grado de saturación de los suelos encontrados a lo largo del alineamiento de la vía y en los puntos críticos.

Por la naturaleza principalmente granular y alta conductividad hidráulica de los suelos existentes a lo largo del proyecto, las fluctuaciones del nivel freático serán relativamente rápidas y estarán sujetas al nivel de la lámina de agua presente en el río Satoca y a la pluviosidad. Se recomienda que las cimentaciones de las obras en los puntos críticos por erosión y puente sean diseñadas para un estado saturado.

6. CONCLUSIONES

Estructura de pavimento

1. El perfil estratigráfico de la vía se caracteriza por un estrato superior de entre 0.20 m y 0.60 m conformado por una matriz de arena y grava no plástica con presencia variable de clastos de arenisca con tamaños de cantos y bloques. Este estrato corresponde a la capa de rodadura. Por debajo del primer estrato se encuentra el terreno natural conformado por una matriz de arena y grava no plástica que soporta clastos de arenisca con tamaños de cantos y bloques. La densidad y resistencia del perfil es relativamente alta y difícil de penetrar con métodos de percusión como el ensayo de penetración estándar (SPT).
2. Para la caracterización geotécnica de los suelos de subrasante del alineamiento vial se realizaron 21 apiques seguidos por sondeos con barrenos manuales y ensayos de penetración estándar (SPT). La separación media entre apiques/sondeos fue de 250 m. La profundidad máxima lograda tanto en apiques como en sondeos varió entre 0.70 m y 1.75 m. Los sondeos terminaron generalmente en rechazo de cuchara partida por la presencia de cantos y bolos de arenisca.
3. El nivel freático fue encontrado a profundidades de 1.40 a 1.50 m por debajo del nivel existente de la vía en solo 3 de los 21 apiques/sondeos en las abscisas K6+100, K6+850 y K7+350. Los suelos presentan un contenido de humedad relativamente bajo, probablemente causado por el periodo seco en el que fueron evaluados. Se espera que en temporadas de lluvia su humedad aumente relativamente rápido.
4. Un total de 8 moldes de CBR fueron hincados y recuperados en materiales arenolimosos. En las demás locaciones no fue posible el hincado de los moldes por la presencia de cantos y bolos de arenisca. Los resultados de CBR en condición natural y sumergidos estuvieron en los rangos de 5.3% a 24.1% y 3.2% a 10.0%, respectivamente.
5. Se recomienda que para el diseño de la estructura de pavimento se use un valor único de CBR de diseño de 6.0%.

Estructuras hidráulicas

6. El perfil estratigráfico de estas obras fue desarrollado con base a los resultados de los sondeos para la estructura de pavimento y muro de contención. En general, el terreno de cimentación de estas obras corresponde a materiales granulares compuestos por una matriz de arena y grava no plástica que soporta clastos de arenisca con tamaños de cantos y bloques

Muro de contención/control de socavación

7. El perfil estratigráfico de la zona expuesta a erosión se caracteriza por un estrato superior de hasta 0.50 m de conformación de la vía y de entre 0.50 m y 0.50 m de suelos y materiales orgánicos como raíces y vegetación. Las raíces pueden extenderse a mayores profundidades. Al igual que la subrasante de la vía y de estribos del puente, por debajo de este estrato, se encuentran suelos conformados por una matriz de arena y grava no plástica que soporta clastos de arenisca con tamaños de cantos y bloques. La densidad y resistencia del perfil es relativamente alta y difícil de penetrar con métodos de percusión como el ensayo de penetración (SPT).
8. Para la caracterización geotécnica de los suelos se realizaron 3 apiques seguidos por sondeos con barrenos manuales y ensayos de penetración estándar (SPT). Los sondeos/apiques pudieron ser avanzados a profundidades de 0.50 m (M-1), 1.25 m (M-2) y 2.0 m (M-3). La penetración estuvo limitada por la presencia de cantos y bolos de arenisca. En el punto más crítico de erosión (M-1), se observó la sección expuesta de la pared erosionada por el río, la cual se extiende sobre el lecho del río a una altura aproximada de 2.0 m.
9. Del talud expuesto y del lecho del río se recuperaron muestras de material para realizar ensayos de corte directo en el laboratorio. Los ángulos de fricción calculados están en el rango de 31° a 33°. Los suelos no presentan cohesión, sin embargo, el talud de arena limosa se mantiene vertical. Esto se debe al efecto de la succión del suelo.

10. El nivel freático está a nivel de la lámina de agua del río, es decir a profundidades de aproximadamente 2.0 a 2.4 m por debajo del nivel de la vía.
11. Los resultados calculados de las líneas de refracción sísmica indican la presencia de dos estratos principales de arenas y gravas densas hasta una profundidad de 35 m y con altos módulos de elasticidad. El sitio fue clasificado como D, según las velocidades de onda de corte (360 > Vs > 180 m/s).

Puente sobre el río Satoca

12. El perfil estratigráfico de los estribos del puente se caracteriza por un estrato superior de entre 0.20 m y 0.40 m conformado por suelos y materiales orgánicos como raíces y vegetación. Las raíces pueden extenderse a mayores profundidades. Por debajo de este estrato, se encuentran suelos conformados por una matriz de arena y grava no plástica que soporta clastos de arenisca con tamaños de cantos y bloques. La densidad y resistencia del perfil es relativamente alta y difícil de penetrar con métodos de percusión como el ensayo de penetración (SPT).
13. Para la caracterización geotécnica de los suelos se realizaron 2 apiques seguidos por sondeos con barrenos manuales y ensayos de penetración estándar (SPT). Solo el sondeo del estribo occidental pudo ser avanzado hasta una profundidad de 2.55 m. En el estribo oriental solo se logró un apique de 0.80 m. La penetración estuvo limitada por la presencia de cantos y bolos de arenisca.
14. De los dos apiques se recuperaron muestras de material para realizar ensayos de corte directo en el laboratorio. Los ángulos de fricción calculados están en el rango de 29° a 33°. Los suelos no presentan cohesión.
15. El nivel freático está a nivel de la lámina de agua del río, es decir a profundidades de entre 0.80 y 1.00 m.
16. Los resultados calculados de las líneas de refracción sísmica indican la presencia de dos estratos principales de arenas y gravas densas hasta una profundidad de 35 m y con altos módulos de elasticidad. El sitio fue clasificado como D, según las velocidades de onda de corte (360 > Vs > 180 m/s).

7. BIBLIOGRAFÍA

Guía del Método de Diseño Empírico-Mecanístico para el Diseño de Pavimentos Nuevos y Rehabilitación (AASHTO 2002), 2002, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.

Guide for Design of Pavement Structures (AASHTO 1993), 1993, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.

Manual de Diseño de Cimentaciones Superficiales y Profundas para Carreteras, 2012. República de Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Bogotá.

Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito, 2007, República de Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Bogotá.

Norma Colombiana de Diseño de Puentes (CCP-2014), 2014, República de Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Bogotá.

Normas y Especificaciones de Ensayos de Materiales para Carreteras, 2012-2013, República de Colombia, Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías, Bogotá.

The Relationship between SPT and In-Situ CBR Values for Subgrades and Pavements in Arid Zones, (1987), M. Livneh & I. Ishai, 8th Asian Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Kyoto.

23 de octubre de 2024

Señores
MUNICIPIO DE SARAVENA
SARAVENA, ARAUCA
E. S. D.

ASUNTO: CERTIFICACIÓN DE ESTUDIO DE SUELOS

Yo, **JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA**, ingeniero civil, con matrícula profesional N° 68202-167045 STD expedida el 26 de marzo de 2009, magíster en ingeniería civil (énfasis geotecnia), doctor en ingeniería (énfasis geotecnia) dirigí, coordiné y preparé el presente Estudio de Suelos para el proyecto denominado "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA". El estudio fue realizado teniendo en cuenta las Normas y Especificaciones de Ensayos de Materiales para Carreteras (2013), el Manual de Diseño de Cimentaciones Superficiales y Profundas para Carreteras (2012), el Manual de Diseño de Pavimentos Asfálticos para Vías con Bajos Volúmenes de Tránsito (2007), la Norma Colombiana de Diseño de Puentes (2014) y las metodologías propuestas por la AASHTO (1993, 2002). Referencias complementarias se presentan en la bibliografía del Estudio.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi matrícula profesional, certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios expedido por el COPNIA, copia de la cédula de ciudadanía y diplomas académicos.

Atentamente,

JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA
Ingeniero Civil, M.Sc. Ingeniería Civil, Ph.D. Ingeniería
M.P. No. 68202-167045 STD
C.C. 1.098.610.378 de Bucaramanga

ANEXO A

Resultados de Campo

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-1

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K2+850
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.91446°, -71.89110°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 251.6 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.45	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados, contiene rastros de residuos plásticos		B	0.0-0.45									
	0.90	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente húmeda, color marrón amarillento y gris claro - con cantos de arenisca semiredondeada de hasta 8"		B	0.45-0.90				12		NP	0	76	24
	1.00	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano grueso con sobretamaños de hasta 5", no plástica, seca, color amarillo		B	0.9-1.0				7		NP	60	34	6
	1.20	**Arena limosa (SM),** con grava de arenisca, de grano fino a grueso, no plástica, seca, color gris claro, marrón amarillento y marrón oscuro		SPT	1.0-1.20		24-10/0" N = R N_{60} = R		2		NP	40	47	13
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.20 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.20 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-2

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K3+100
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.91225°, -71.89061°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	249.9 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.80	**Grava mal gradada con limo (GP-GM)**, grano fino a grueso, no plástica, relativamente seca, color marrón amarillento y gris claro - con cantos de arenisca semiredondeada de hasta 8"		B	0.2-0.75				4		NP	63	30	7
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 0.80 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 0.80 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-3

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K3+325
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.91026°, -71.89042°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	248.9 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	1.20	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 6", no plástica, parcialmente seca, color marrón amarillento y gris claro - con cantos de arenisca semiredondeada de hasta 8"		B	0.2-1.2				4		NP	66	28	6
	1.65	**Arena limosa (SM),** de grano fino, con grava, no plástica, seca, color marrón claro a gris claro		SPT	1.2-1.65		16-23-20 N = 43 N_{60} = 47		5		NP	23	54	23

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.65 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-4

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K3+600
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.90878°, -71.89222°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 250.3 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.45	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente húmeda, color marrón rojizo a pardo grisáceo		B	0.2-0.45				13		NP	0	77	23
	0.80	**Grava limosa (GM),** de grano fino a grueso, no plástica, parcialmente húmeda, color gris amarillento		B	0.45-0.8				7		NP	57	30	13
	1.00	**Arena limosa (SM),** de grano fino, con grava, no plástica, relativamente seca, color marrón amarillento		SPT	0.8-1.0		30-10/0" N = R N_{60} = R		6		NP	28	51	22

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.00 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.00 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-5

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K3+850
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.90793°, -71.89432°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	252.6 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.70	**Grava mal gradada (GP),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, parcialmente seca, color marrón amarillento - con cantos de arenisca semiredondeada de hasta 8"		B	0.2-0.7				4		NP	65	32	3
	1.20	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino, no plástica, parcialmente seca, color marrón rojizo y gris claro		SPT	0.7-1.15		26-34-50 N = 84 N_{60} = 91		4		NP	46	44	10
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.20 m												

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.20 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

1551

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-6

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K4+100
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.90709°, -71.89641°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 255.8 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.85	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 5", no plástica, parcialmente seca, color marrón amarillento y gris claro - con cantos de arenisca semiredondeada de hasta 8"		B	0.2-0.85				6		NP	60	35	5
	1.20	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino, no plástica, seca, marrón amarillento y gris rojiza		SPT	0.85-1.20		24-24-10/0" N = R N_{60} = R		2		NP	65	29	5
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.20 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.20 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-7

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K4+365
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.90542°, -71.89788°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	258.0 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	1.30	**Grava limosa (GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 5", no plástica, parcialmente seca, color marrón amarillento - con bloques de arenisca semiredondeada de mas de 10"		B	0.2-1.3				4		NP	58	24	18
	1.50	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano gureso, no plástica, seca, color marrón amarillento y gris claro		SPT	1.3-1.5		24-10/0" N = R N_{60} = R		1		NP	11	82	7
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.50 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 22 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.50 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-8

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K4+600
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.90359°, -71.89920°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 257.5 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
		Arena limosa (SM), de grano fino, no plástica, húmeda a muy húmeda, color marrón amarillento a gris claro		B	0.2-0.4				14		NP	0	68	32
	0.70	- con cantos de arenisca semiredondeada de hasta 6"		B	0.4-0.7				24		NP	0	65	35
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 0.70 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 0.70 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-9

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K4+850
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.90174°, -71.90050°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	259.3 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.70	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, húmeda, color marrón grisáceo - con bolos de arenisca semiredondeados de más de 10"		B	0.2-0.7				14		NP	0	71	29
	1.05	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** con grava, de grano fino a grueso, no plástica, seca, color marrón amarillento		SPT	0.7-1.05		14-21-10/0" N = R N_{60} = R		3		NP	44	46	9

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.05 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.05 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-10

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+100
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89995°, -71.90189°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	261.2 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.50	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente húmeda, color marrón rojizo - con bolos de arenisca semiredondeados de más de 10"		B	0.2-0.5				8		NP	0	66	34
		Grava mal gradada con limo (GP-GM), de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, parcialmente húmeda, color marrón amarillento y gris claro		B	0.5-0.8				6		NP	69	26	5
	1.30			SPT	0.8-1.25		10-23-38 N = 61 N_{60} = 66		3		NP	50	43	7

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.30 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.30 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-11

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+350
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89818°, -71.90329°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	264.6 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.70	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente húmeda, color marrón amarillento y gris claro - con cantos de arenisca semiredondeados de hasta 4"		B	0.2-0.7				8		NP	0	65	35
	1.00	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, parcialmente húmeda, color marrón amarillento y gris claro		B	0.7-1.0				7		NP	63	27	10
	1.45	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano gureso, no plástica, relativamente húmeda, color marrón oscuro		SPT	1.0-1.45		5-17-13 N = 35 N_{60} = 38		6		NP	37	53	10

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.45 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

1554

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-12

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+600
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89715°, -71.90513°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	267.4 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.90	**Grava limosa (GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, seca, color marrón - con bolos de arenisca semiredondeados de hasta 50 cm		B	0.2-0.9				4		NP	60	27	13
		Clastos de arenisca, tamaño superior a 0.90 m		B										

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 0.90 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-13

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+850
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89661°, -71.90725°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	268.1 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
		Grava mal gradada con limo (GP-GM), de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, parcialmente húmeda, color gris a marrón amarillento		B	0.2-1.3				6		NP	63	29	8
	1.75	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a medio, no plástica, seca, color amarillo y gris claro		SPT	1.3-1.75		30-16-20 N = 36 N_{60} = 39		3		NP	46	46	8

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.75 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-14

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K6+100
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89626°, -71.90947°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 270.4 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de rio subredondeados		B	0-0.2									
	1.35	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, parcialmente húmeda, color gris a marrón amarillento		B	0.2-1.35				4		NP	71	24	6
	1.50	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano fino a medio, no plástica, seca, color gris a marrón amarillento	▽	SPT	1.35-1.50		30-10/0" N = R N_{60} = R		7		NP	42	49	9

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.50 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.50 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: Encontrado a 1.40 m	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-15

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K6+350
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89526°, -71.91149°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	272.9 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.40	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.4									
	0.90	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente húmeda, color marrón amarillento - con bolos de arenisca semiredondeados de hasta 50 cm		B	0.4-0.9				10		NP	0	63	37
	1.10	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso, no plástica, seca, color marrón amarillento		SPT	0.9-1.10		25-10/0" N = R N_{60} = R		2		NP	52	42	6
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.10 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.10 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-16

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K6+600
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89427°, -71.91333°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 276.1 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.2									
	0.90	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 6", no plástica, seca, color marrón amarillento y gris claro - con bolos de arenisca semiredondeados de hasta 80 cm		B	0.2-0.9				3		NP	64	29	7
	1.40	**Arena limosa (SM),** de grano fino a medio, no plástica, seca, color marrón amarillento y gris claro		SPT	0.9-1.35		14-25-20 N = 45 N_{60} = 49		1		NP	39	46	14

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.40 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.40 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-17

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K6+850
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89440°, -71.91548°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 278.4 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.25	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.25									
	0.90	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 5", no plástica, seca, color marrón amarillento y gris - con cantos de arenisca semiredondeados de hasta 8"		B	0.25-0.9				4		NP	67	28	5
	1.55	**Grava mal gradada (GP),** con arena de grano fino a grueso, no plástica, parcialmente húmeda, color marrón amarillento y gris claro	▽	SPT	0.9-1.35		6-11-13 N = 24 N_{60} = 26		10		NP	69	29	2
				SPT	1.35-1.55		11-10/0" N = R N_{60} = R							

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.55 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.55 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: Encontrado a 1.50 m	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
S-18

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K7+100
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89356°, -71.91751°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 282.4 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.25	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.25									
	0.90	**Grava mal gradada (GP),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, parcialmente seca, color marrón amarillento a marrón rojizo - con cantos de arenisca semiredondeados de hasta 8"		B	0.25-0.9				5		NP	65	32	3
	1.25	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano fino a medio, no plástica, seca, color marrón amarillento		SPT	0.9-1.25		18-20-10/0" N = R N_{60} = R		4		NP	39	54	7
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.25 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.25 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-19

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K7+350
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89379°, -71.91920°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	284.9 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.60	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.6									
	0.90	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente húmeda, color gris - con cantos de arenisca semiredondeados de hasta 8"		B	0.6-0.9				10		NP	0	65	35
		Grava mal gradada con limo (GP-GM), de grano fino a grueso, no plástica, parcialmente húmeda, color gris claro		SPT	0.9-1.35		18-8-7 N = 15 N_{60} = 16		11		NP	62	33	5
	1.55		▽	SPT	1.35-1.55		13-10/0" N = R N_{60} = R							

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.55 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.55 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: Encontrado a 1.50 m	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm N_{60}: Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-20

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K7+600
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89419°, -71.92160°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 286.9 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.25	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.25									
	1.00	**Grava mal gradada (GP),** de grano fino a grueso de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, seca, color marrón a marrón rojizo		B	0.25-1.0				3		NP	69	26	5
	1.25	**Arena mal gradada (SP),** con grava, de grano fino, no plástica, seca, color marrón claro y gris claro *- Rechazo a 1.05 m, se limpia el fondo y reintenta* *- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.25 m*		SPT	1.0-1.25		R N = R N_{60} = R		3		NP	42	54	3

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.25 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo S-21

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K7+910
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89460°, -71.92433°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	290.5 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.25	**Relleno antrópico**, conformación de vía, matríz de arena con presencia de cantos de río subredondeados		B	0-0.25									
	1.20	**Grava mal gradada con limo (GP-GM),** de grano fino a grueso con sobretamaños de hasta 4", no plástica, seca, color marrón amarillento - con cantos de arenisca semiredondeados de hasta 10"		B	0.25-1.2				3		NP	73	19	8
	1.40	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano fino, no plástica, parcialmente seca, color gris a marrón amarillento		SPT	1.2-1.4		6-10/0" N = R N_{60} = R		5		NP	27	65	8

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.40 m

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 21 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.40 m
Clima: Parcialmente despejado, relativamente húmedo, cálido	**Ejecutó:** SEINCO SAS/SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Abscisa, coordenadas y elevación aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo M-1

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+985
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89645°, -71.90824°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	266.8 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.50	**Relleno antrópico**, conformación de vía, cantos y bolos de río en matríz de arena limosa			0.0-1.0									
	1.50	**Arena limosa (SM),** de grano fino, baja plásticidad, parcialmente húmeda, color marrón amarillento - corte vertical expuesto a erosión al elevarse el cauce del río		B	1.0-1.5				8		20-18-2	0	65	35
	2.00	**Estrato conformado por cantos y bloques de arenisca,** en matriz arenosa, seco, estable verticalmente, color marrón amarillento y gris claro												
	2.50	**Grava mal gradada (GP),** con arena de grano grueso, no plástica, seca en superficie a saturada en fondo de apique, color gris claro a marrón amarillento - con cantos de arenisca semiredondeados de varias pulgadas hasta bloques cercanos al metro	▽	APIQUE	2.0-2.5				3		NP	52	48	1
		- La estructura geotécnica del terreno impide el uso del ensayo de penetración												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 24 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 2.50 m
Clima: Despejado, húmedo, cálido	**Ejecutó:** SOLINPRO SAS — **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: Encontrado a 0.4 m por debajo del lecho del río (2.4 m por debajo del nivel de la vía)	**Método de avance:** Corte expuesto al costado izquierdo de la vía (H=2.0m) y apique manual (H=0.5m)
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Coordenadas y elevaciones aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo M-2

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+940
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89655°, -71.90721°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	268.6 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.60	**Material orgánico,** compuesto por raíces y suelo orgánico		B	0.0-0.6									
	1.00	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, seca, color marrón claro		B	0.6-1.0				3		NP	1	76	24
	1.25	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano fino, no plástica, seca, color gris a marrón amarillento - con gravas y cantos de arenisca semiredondeada		SPT	1.0-1.25		7-10/0" N = R N_{60} = R		2		NP	43	52	5
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 1.25 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 24 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 1.25 m
Clima: Despejado, húmedo, cálido	**Ejecutó:** SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Coordenadas y elevaciones aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

1560

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo M-3

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización:	Saravena, Arauca	**Abscisa:**	K5+895
Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:**	6.89692°, -71.90603°
Proyecto No.:	01241013	**Elevación:**	265.3 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.50	**Material orgánico,** compuesto por raíces y suelo orgánico		B	0.0-0.5									
	2.00	**Arena limosa (SM),** de grano fino, no plástica, seca, color marrón amarillento a marrón rojizo - Húmeda por debajo de 1.4 m		SPT	0.5-1.1		1-1-3 N = 4 N_{60} = 4		5		NP	0	76	24
				SPT	1.4-2.0		3-2-3 N = 5 N_{60} = 5		12		NP	0	76	24

- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 2.0 m

- En el lugar se observan cantos y bloques de arenisca en matriz arenolimosa

- La vegetación es alta y tupida. Se observa que las raíces contribuyen al sostenimiento de las laderas del río

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 24 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 2.00 m
Clima: Despejado, húmedo, cálido	**Ejecutó:** SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: No encontrado	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Coordenadas y elevaciones aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo
P-1

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K7+250
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89342°, -71.91890°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 280.4 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.20	**Material orgánico,** compuesto por raíces y suelo orgánico			0.0-0.2									
	0.80	**Arena mal gradada con limo (SP-SM),** de grano fino, no plástica, relativamente húmeda, color marrón amarillento a marrón rojizo - con cantos y bolos de arenisca semiredondeados de hasta 60 cm	▽	B	0.6-1.0				9		NP	39	56	5

- La estructura geotécnica del terreno impide el uso del ensayo de penetración

- En el lugar se observan cantos y bloques de arenisca en matriz arenolimosa

- La vegetación es alta y tupida

- Se recuperan muestras alteradas de la matriz para evaluar su resitencia al corte

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 25 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 0.80 m
Clima: Despejado, húmedo, cálido	**Ejecutó:** SOLINPRO SAS **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: Encontrado a 0.80 m, en el fondo del apique	**Método de avance:** Apique manual
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm N_{60}: Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Coordenadas y elevaciones aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

REGISTRO DE PERFORACIÓN

Sondeo P-2

Proyecto: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Localización: Saravena, Arauca	**Abscisa:** K7+270
Cliente: Alcaldía de Saravena, Arauca	**Coordenadas:** 6.89338°, -71.91905°
Proyecto No.: 01241013	**Elevación:** 282.6 msnm

Estratigrafía	Profundidad estrato (m)	Descripción	Nivel freático (m)	Tipo de muestra	Profundidad de muestreo (m)	Recuperación (m)	Penetración estándar SPT	Penetrómetro de bolsillo (kg/cm²)	Contenido de humedad (%)	Densidad seca (g/cm³)	Límites de consistencia LL-LP-IP	Porcentaje de gravas (%)	Porcentaje de arenas (%)	Porcentaje de finos (%)
	0.40	**Material orgánico,** compuesto por raíces y suelo orgánico			0.0-0.6									
	1.20	**Arena bien gradada con limo (SW-SM),** de grano fino a medio, no plástica, relativamente seca, color marrón amarillento y gris - grano medio a grueso por debajo de 1.20 m	▽	SPT	0.6-1.2		5-16-21 N = 37 N_{60} = 40		4		NP	0	94	6
	1.80	**Arena limosa (SM),** de grano fino a medio, no plástica, muy húmeda a saturada, color marrón amarillento y gris		SPT	1.2-1.8		12-11-23 N = 34 N_{60} = 37		5		NP	0	78	22
	2.40	**Grava mal gradada (GP),** de grano grueso, no plástica, muy húmeda a saturada, color marrón amarillento y gris		SPT	1.8-2.4		6-30-19 N = 49 N_{60} = 53		3		NP	52	47	0
							12-10/0"							
		- Rechazo de cuchara por rebote 10/0" a 2.55 m												

REGISTRO DE PERFORACIÓN VÁLIDO ÚNICAMENTE EN CONJUNTO CON EL REPORTE GEOTÉCNICO

Fecha de ejecución: 24 marzo 2024	**Profundidad máxima:** 2.55 m
Clima: Despejado, húmedo, cálido	**Ejecutó:** SOLINPRO SAS — **Aprobó:** JEGR
Nivel freático: Encontrado a 1.0 m	**Método de avance:** Apique manual seguido por barreno manual con percusión
B: Bolsa **SPT:** Ensayo de penetración estándar **R:** Rechazo SPT **N:** Número de golpes de campo por 30cm **N_{60}:** Ncorregido al 60% **LL:** Límite Líquido **LP:** Límite Plástico **IP:** Índice de Plasticidad	**Observaciones:** Coordenadas y elevaciones aproximadas. Apiques/sondeos cerrados al abandonar la locación.

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO

Proyecto: **MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

Solicitante: **MUNICIPIO DE SARAVENA**

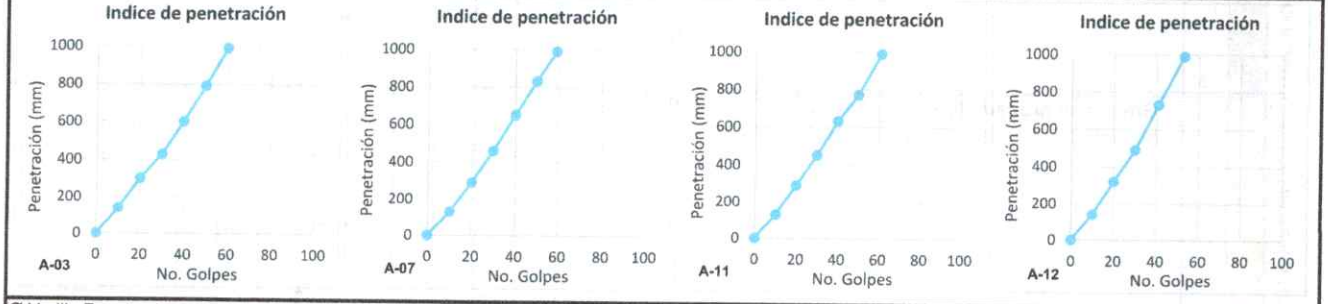
FECHA: **MARZO DE 2024** TRAMO - -

Abscisa						APIQUE	A-03
Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	Kleyn y Van H.
0.00	0						
0.60	0	0	0				
0.74	140	10	10	14.0	14.0		
0.90	300	10	20	16.0	15.0		
1.03	430	10	30	13.0	14.3		
1.20	600	10	40	17.0	15.0		
1.39	790	10	50	19.0	15.8		
1.59	990	10	60	20.0	16.5		
						11.20	**11.85**

Abscisa						APIQUE	A-07
Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	C.I. USA
0.00	0						
0.40	0	0	0				
0.53	130	10	10	13.0	13.0		
0.69	290	10	20	16.0	14.5		
0.86	460	10	30	17.0	15.3		
1.05	650	10	40	19.0	16.3		
1.23	830	10	50	18.0	16.6		
1.39	990	9	59	17.8	16.8		
						10.92	**11.58**

Abscisa						APIQUE	A-11
Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	C.I. USA
0.00	0						
0.40	0	0	0				
0.53	130	10	10	13.0	13.0		
0.69	290	10	20	16.0	14.5		
0.85	450	10	30	16.0	15.0		
1.03	630	10	40	18.0	15.8		
1.17	770	10	50	14.0	15.4		
1.39	990	11	61	20.0	16.2		
						11.49	**12.13**

Abscisa						APIQUE	A-12
Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	C.I. USA
0.00	0						
0.40	0	0	0				
0.54	140	10	10	14.0	14.0		
0.72	320	10	20	18.0	16.0		
0.89	490	10	30	17.0	16.3		
1.13	730	11	41	21.8	17.8		
1.39	990	12	53	21.7	18.7		
						9.40	**10.09**



Ø Varilla Penetracion 16 mm — Altura caida 575 mm

Ø Punta Cónica 20 mm — Peso martillo 8 Kg

Colombia MOPT: $CBR = 567(PDC)^{-1.40}$

Cuerpo de Ingenieros USA: $CBR = 292(PDC)^{-1.12}$

Kelyn y Van Heerden: $CBR = 428.5(PDC)^{-1.28}$

Enderson Cacua

ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031

1562

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA DE CONO

Proyecto: **MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**

Solicitante: **MUNICIPIO DE SARAVENA** — FECHA: **MARZO DE 2024** — TRAMO: - -

Abscisa — **APIQUE** A-13

Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	Kleyn y Van H.
0.00	0						
0.40	0	0	0				
0.59	190	10	10	19.0	19.0		
0.72	320	10	20	13.0	16.0		
0.98	580	5	25	52.0	23.2		
1.15	750	10	35	17.0	21.4		
1.39	990	10	45	24.0	22.0		
						7.48	**8.20**

Abscisa — **APIQUE** A-14

Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	C.I. USA
0.00	0						
0.40	0	0	0				
0.52	120	10	10	12.0	12.0		
0.76	360	10	20	24.0	18.0		
0.90	500	10	30	14.0	16.7		
1.08	680	10	40	18.0	17.0		
1.39	990	10	50	31.0	19.8		
						8.67	**9.38**

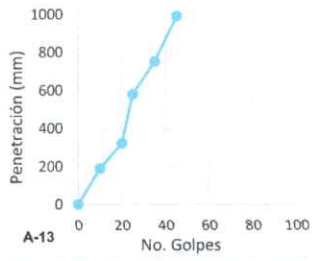
Abscisa — **APIQUE** A-21

Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	C.I. USA
0.00	0						
0.40	0	0	0				
0.57	170	10	10	17.0	17.0		
0.76	360	10	20	19.0	18.0		
0.85	450	10	30	9.0	15.0		
		RECHAZO					
						12.80	**13.38**

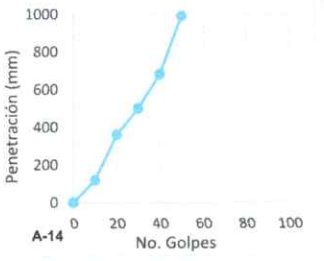
Abscisa — **APIQUE**

Profundidad		No. Golpes		PDC (mm/golpe)		CBR	
Terreno (M)	Penetración (mm)	Parcial	Consecutivo	Parcial	Consecutivo	MOPT	C.I. USA

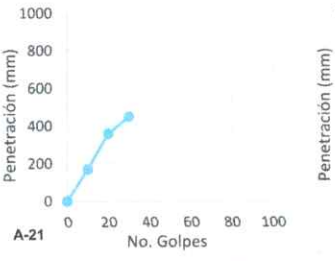
Indice de penetración



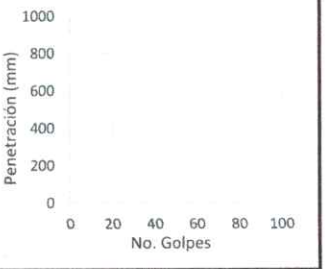
Indice de penetración



Indice de penetración



Indice de penetración



Ø Varilla Penetracion	16 mm	Altura caida	575 mm
Ø Punta Cónica	20 mm	Peso martillo	8 Kg

Colombia MOPT: CBR = 567(PDC)$^{-1.40}$
Cuerpo de Ingenieros USA: CBR = 292(PDC)$^{-1.12}$
Kelyn y Van Heerden: CBR = 428.5(PDC)$^{-1.28}$

Enderson Cacua

ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031

ANEXO B

Resultados de Laboratorio

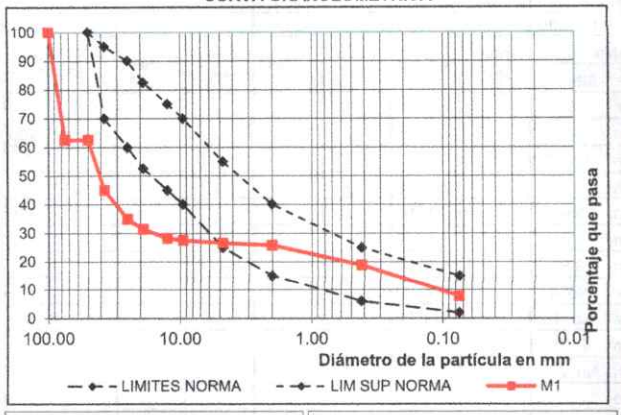
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

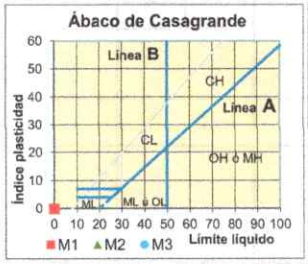
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

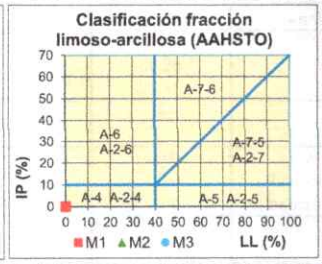
APIQUE	A-01	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-01 / M1				FECHA
Prof. inicial (m)	0.30 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	1.20 m				
Peso Total 1	6,048 gr				
Peso Total 2	5,576 gr				
Pérdida por Lavado	472 gr				

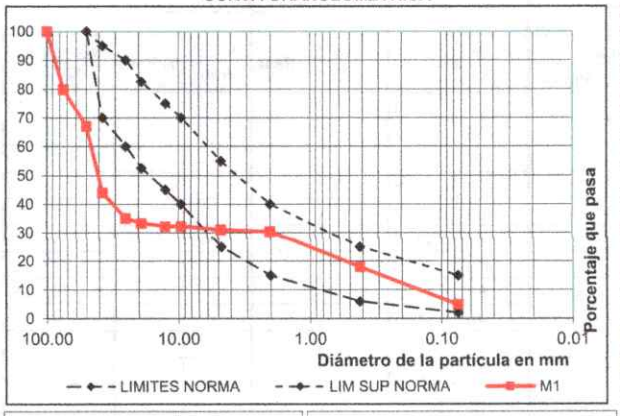
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	2,264	62.57					100 - 100
50.0 mm	2"	-	62.57					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	1,060	45.04					70 - 95
25.0 mm	1"	612	34.92					60 - 90
19.0 mm	3/4"	212	31.42					53 - 83
12.5 mm	1/2"	192	28.24					-
9.5 mm	3/8"	44	27.51					40 - 70
4.75 mm	No. 4	56	26.59					25 - 55
2.00 mm	No. 10	48	25.79					15 - 40
0.42 mm	No. 40	424	18.78					6 - 25
0.075 mm	No. 200	664	7.80					2 - 15
Fondo		472	0.00					-
Suma=		6,048						

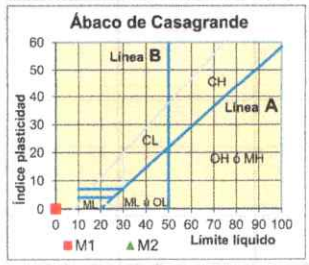
GRAVAS	73.41			
ARENAS	18.78			
FINOS	7.80			
Cu	490.00			
Cc	58.98			
Limite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP-GM			

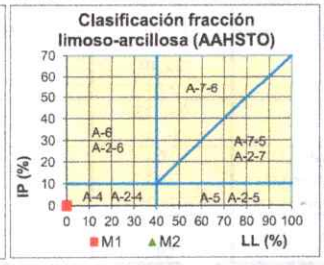
APIQUE	A-02	ABSCISA:	K4+750

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-02 / M1				FECHA
Prof. inicial (m)	0.25 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	1.00 m				
Peso Total 1	6,080 gr				
Peso Total 2	5,788 gr				
Pérdida por Lavado	292 gr				

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,224	79.87					100 - 100
50.0 mm	2"	772	67.17					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	1,408	44.01					70 - 95
25.0 mm	1"	544	35.07					60 - 90
19.0 mm	3/4"	104	33.36					53 - 83
12.5 mm	1/2"	68	32.24					-
9.5 mm	3/8"	-	32.24					40 - 70
4.75 mm	No. 4	72	31.05					25 - 55
2.00 mm	No. 10	36	30.46					15 - 40
0.42 mm	No. 40	756	18.03					6 - 25
0.075 mm	No. 200	804	4.80					2 - 15
Fondo		292	0.00					-
Suma=		6,080						

GRAVAS	68.95			
ARENAS	26.25			
FINOS	4.80			
Cu	320.00			
Cc	0.56			
Limite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP			

Laboratorista: Enderson Cacua ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

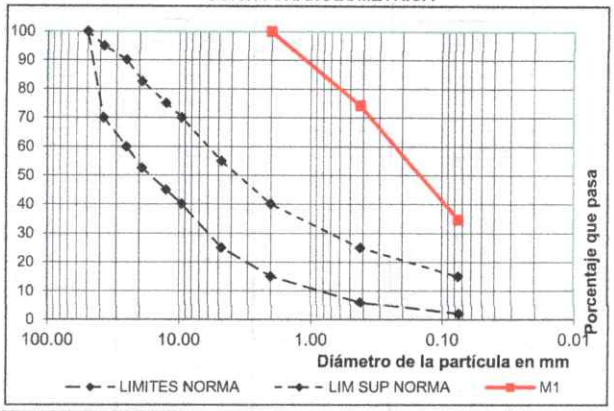
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

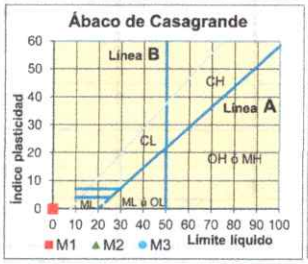
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

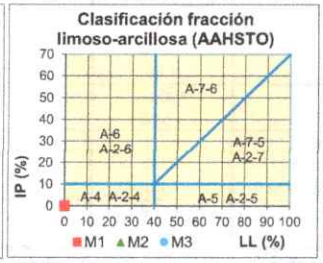
APIQUE	A-03	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-03 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.60 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m						
Peso Total 1	959 gr						
Peso Total 2	627 gr						
Pérdida por Lavado	332 gr						

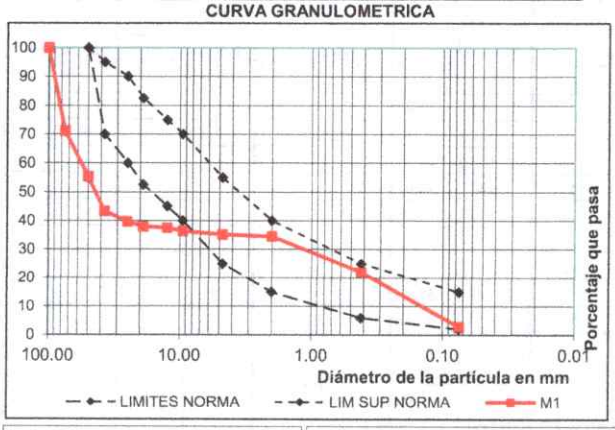
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00					100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00					70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00					60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00					53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00					-
9.5 mm	3/8"	-	100.00					40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00					25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00					15 - 40
0.42 mm	No. 40	247	74.24					6 - 25
0.075 mm	No. 200	380	34.62					2 - 15
Fondo		332	0.00					-
Suma=		959						

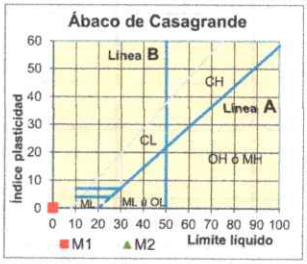
GRAVAS	0.00
ARENAS	65.38
FINOS	34.62
Cu	-
Cc	-
Límite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Indice plasticidad IP	0.00
AASHTO	A-2-4
SUCS	SM

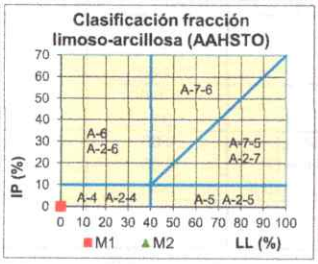
APIQUE	A-04	ABSCISA:	K4+250

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-04 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.25 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m						
Peso Total 1	5,988 gr						
Peso Total 2	5,820 gr						
Pérdida por Lavado	168 gr						

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,724	71.21					100 - 100
50.0 mm	2"	956	55.24					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	712	43.35					70 - 95
25.0 mm	1"	220	39.68					60 - 90
19.0 mm	3/4"	100	38.01					53 - 83
12.5 mm	1/2"	32	37.47					-
9.5 mm	3/8"	68	36.34					40 - 70
4.75 mm	No. 4	68	35.20					25 - 55
2.00 mm	No. 10	40	34.54					15 - 40
0.42 mm	No. 40	752	21.98					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,148	2.81					2 - 15
Fondo		168	0.00					-
Suma=		5,988						

GRAVAS	64.80
ARENAS	32.40
FINOS	2.81
Cu	393.33
Cc	0.14
Limite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Indice plasticidad IP	0.00
AASHTO	A-1-a
SUCS	GP

Laboratorista: ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

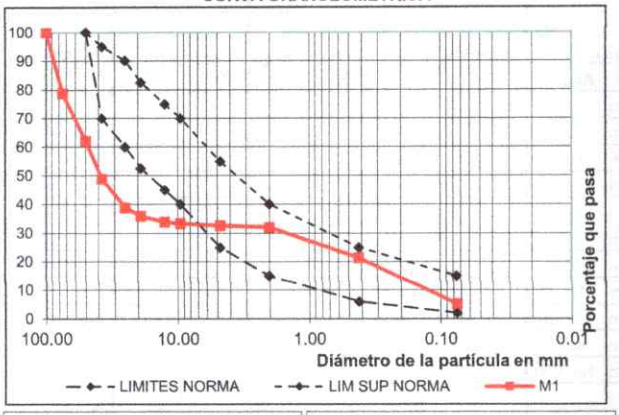
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

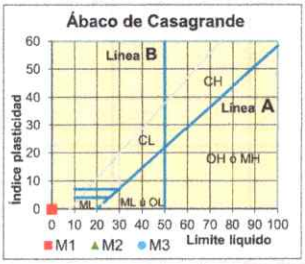
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

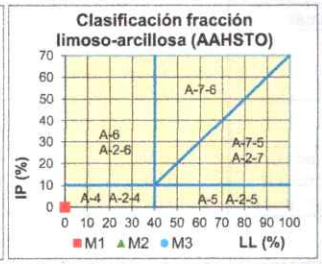
APIQUE	A-05	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-05 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.25 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m						
Peso Total 1	6,032 gr						
Peso Total 2	5,720 gr						
Pérdida por Lavado	312 gr						

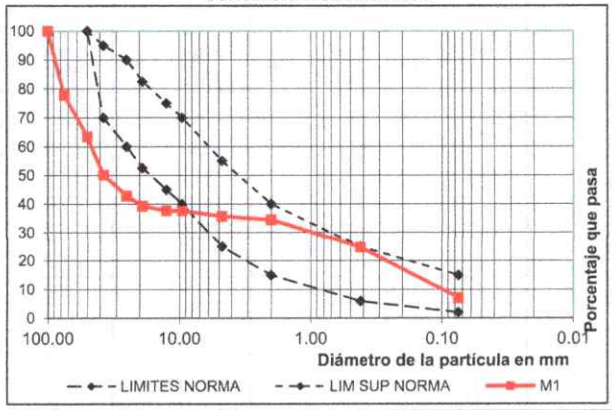
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,280	78.78					100 - 100
50.0 mm	2"	1,008	62.07					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	796	48.87					70 - 95
25.0 mm	1"	608	38.79					60 - 90
19.0 mm	3/4"	172	35.94					53 - 83
12.5 mm	1/2"	128	33.82					-
9.5 mm	3/8"	32	33.29					40 - 70
4.75 mm	No. 4	36	32.69					25 - 55
2.00 mm	No. 10	40	32.03					15 - 40
0.42 mm	No. 40	644	21.35					6 - 25
0.075 mm	No. 200	976	5.17					2 - 15
Fondo		312	0.00					-
Suma=		6,032						

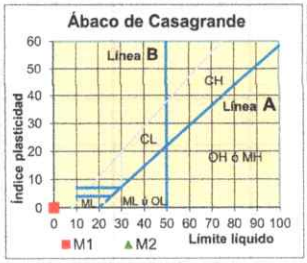
GRAVAS	67.31			
ARENAS	27.52			
FINOS	5.17			
Cu	408.33			
Cc	0.55			
Limite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP-GM			

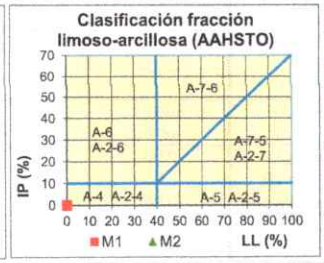
APIQUE	A-06	ABSCISA:	K3+750

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-06 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m						
Peso Total 1	5,960 gr						
Peso Total 2	5,536 gr						
Pérdida por Lavado	424 gr						

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,320	77.85					100 - 100
50.0 mm	2"	860	63.42					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	792	50.13					70 - 95
25.0 mm	1"	440	42.75					60 - 90
19.0 mm	3/4"	204	39.33					53 - 83
12.5 mm	1/2"	96	37.72					-
9.5 mm	3/8"	-	37.72					40 - 70
4.75 mm	No. 4	120	35.70					25 - 55
2.00 mm	No. 10	68	34.56					15 - 40
0.42 mm	No. 40	588	24.70					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,048	7.11					2 - 15
Fondo		424	0.00					-
Suma=		5,960						

GRAVAS	64.30			
ARENAS	28.59			
FINOS	7.11			
Cu	490.00			
Cc	0.20			
Limite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP-GM			

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

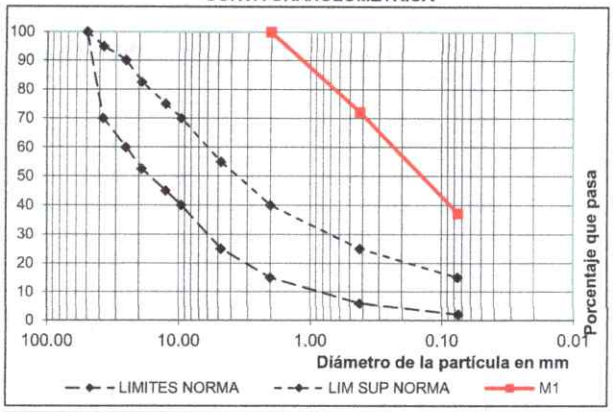
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

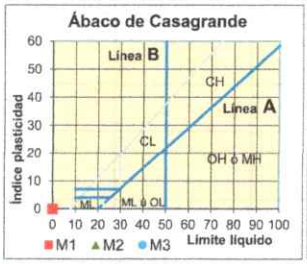
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

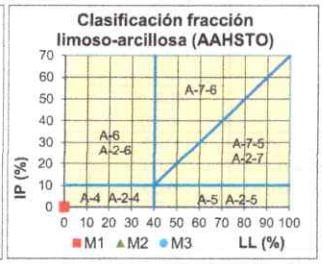
APIQUE	A-07	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-07 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.40 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m						
Peso Total 1	938 gr						
Peso Total 2	589 gr						
Pérdida por Lavado	349 gr						

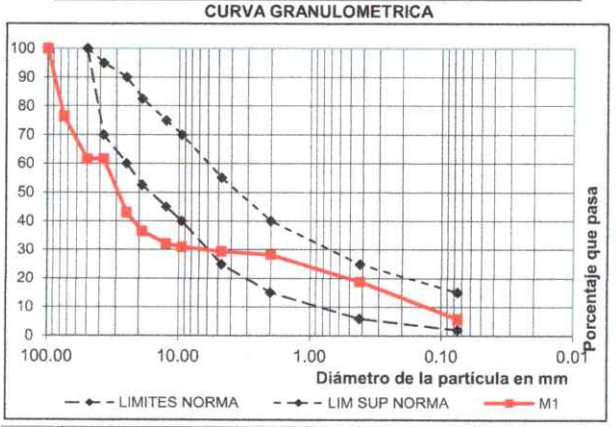
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00					100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00					70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00					60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00					53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00					-
9.5 mm	3/8"	-	100.00					40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00					25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00					15 - 40
0.42 mm	No. 40	261	72.17					6 - 25
0.075 mm	No. 200	328	37.21					2 - 15
Fondo		349	0.00					-
Suma=		938						

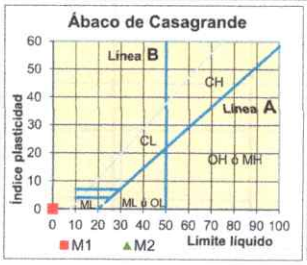
GRAVAS	0.00			
ARENAS	62.79			
FINOS	37.21			
Cu	-			
Cc	-			
Límite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-4			
SUCS	SM			

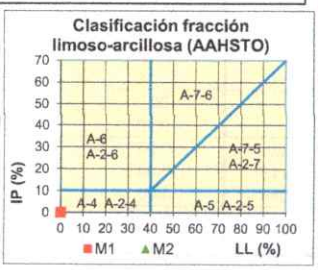
APIQUE	A-08	ABSCISA:	K3+250

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-08 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	1.35 m						
Peso Total 1	5,888 gr						
Peso Total 2	5,548 gr						
Pérdida por Lavado	340 gr						

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,392	76.36					100 - 100
50.0 mm	2"	868	61.62					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	61.62					70 - 95
25.0 mm	1"	1,096	43.00					60 - 90
19.0 mm	3/4"	388	36.41					53 - 83
12.5 mm	1/2"	256	32.07					-
9.5 mm	3/8"	68	30.91					40 - 70
4.75 mm	No. 4	88	29.42					25 - 55
2.00 mm	No. 10	72	28.19					15 - 40
0.42 mm	No. 40	552	18.82					6 - 25
0.075 mm	No. 200	768	5.77					2 - 15
Fondo		340	0.00					-
Suma=		5,888						

GRAVAS	70.58			
ARENAS	23.64			
FINOS	5.77			
Cu	308.33			
Cc	18.24			
Límite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP-GM			

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

1565

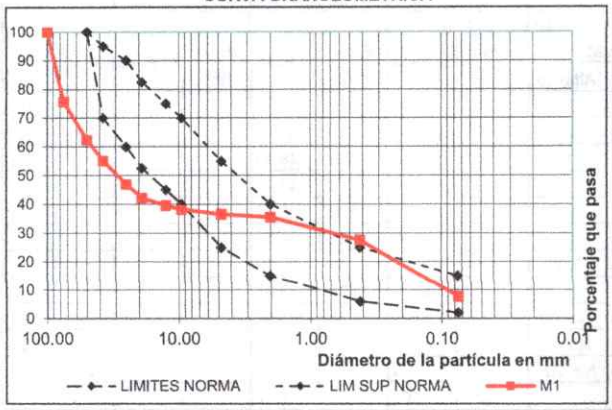
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

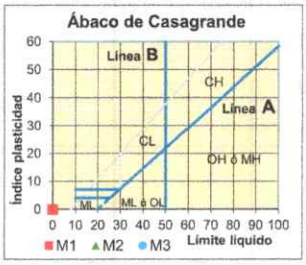
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

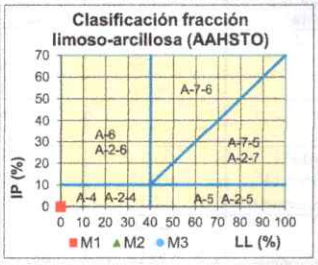
APIQUE	A-09	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-09 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	1.30 m						
Peso Total 1	5,932 gr						
Peso Total 2	5,472 gr						
Pérdida por Lavado	460 gr						

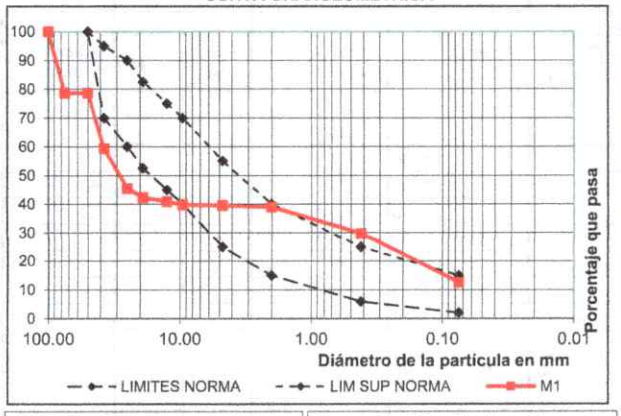
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,444	75.66					100 - 100
50.0 mm	2"	788	62.37					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	428	55.16					70 - 95
25.0 mm	1"	492	46.86					60 - 90
19.0 mm	3/4"	280	42.14					53 - 83
12.5 mm	1/2"	156	39.51					-
9.5 mm	3/8"	80	38.17					40 - 70
4.75 mm	No. 4	96	36.55					25 - 55
2.00 mm	No. 10	60	35.54					15 - 40
0.42 mm	No. 40	476	27.51					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,172	7.75					2 - 15
Fondo		460	0.00					-
Suma=		5,932						

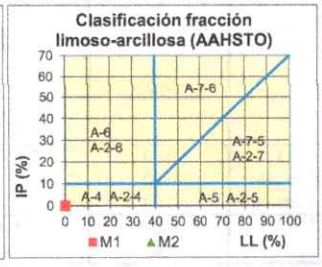
GRAVAS	63.45			
ARENAS	28.79			
FINOS	7.75			
Cu	533.33			
Cc	11.34			
Límite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP-GM			

APIQUE	A-10	ABSCISA:	K2+750

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

CURVA GRANULOMETRICA





Apique/muesta	A-10 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m						
Peso Total 1	5,820 gr						
Peso Total 2	5,088 gr						
Pérdida por Lavado	732 gr						

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,244	78.63					100 - 100
50.0 mm	2"	-	78.63					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	1,124	59.31					70 - 95
25.0 mm	1"	808	45.43					60 - 90
19.0 mm	3/4"	176	42.41					53 - 83
12.5 mm	1/2"	88	40.89					-
9.5 mm	3/8"	64	39.79					40 - 70
4.75 mm	No. 4	16	39.52					25 - 55
2.00 mm	No. 10	32	38.97					15 - 40
0.42 mm	No. 40	536	29.76					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,000	12.58					2 - 15
Fondo		732	0.00					-
Suma=		5,820						

GRAVAS	60.48			
ARENAS	26.94			
FINOS	12.58			
Cu	-			
Cc	-			
Límite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GM			

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

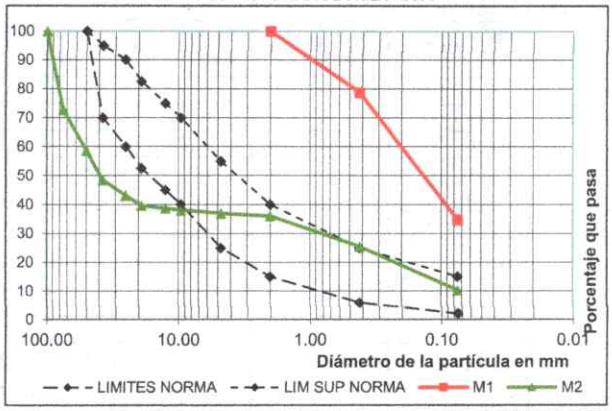
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

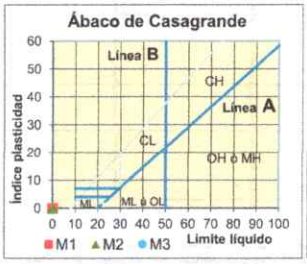
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

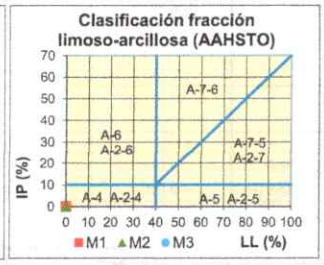
APIQUE	A-11	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-11 / M1		A-11 / M2				FECHA
Prof. inicial (m)	0.25 m		0.70 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.70 m		1.00 m				
Peso Total 1	944 gr		5,892 gr				
Peso Total 2	617 gr		5,288 gr				
Pérdida por Lavado	327 gr		604 gr				

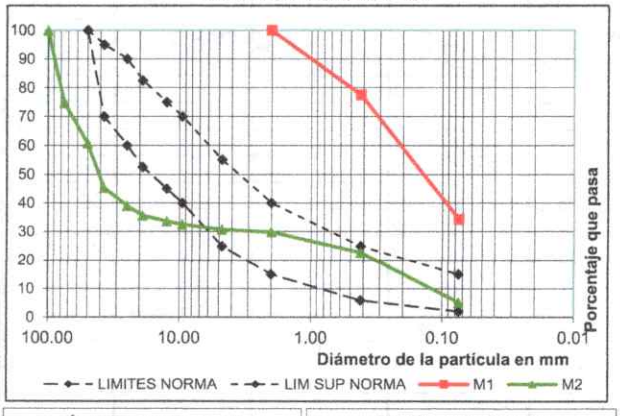
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00	1,608	72.71			100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00	836	58.52			100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00	596	48.40			70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00	316	43.04			60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00	200	39.65			53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00	56	38.70			-
9.5 mm	3/8"	-	100.00	40	38.02			40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00	64	36.93			25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00	56	35.98			15 - 40
0.42 mm	No. 40	201	78.71	620	25.46			6 - 25
0.075 mm	No. 200	416	34.64	896	10.25			2 - 15
Fondo		327	0.00	604	0.00			-
Suma=		944		5,892				

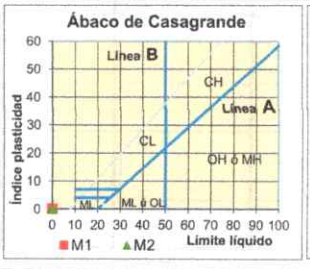
GRAVAS	0.00	63.07
ARENAS	65.36	26.68
FINOS	34.64	10.25
Cu	-	666.67
Cc	-	19.27
Limite líquido LL	0.00	0.00
Límite plástico LP	0.00	0.00
Indice plasticidad IP	0.00	0.00
AASHTO	A-2-4	A-1-a
SUCS	SM	GP-GM

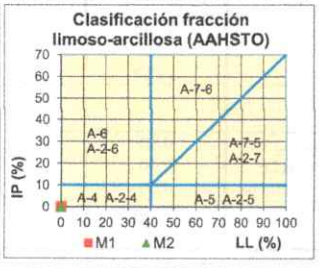
APIQUE	A-12	ABSCISA:	K2+250

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-12 / M1		A-12 / M2				FECHA
Prof. inicial (m)	0.25 m		0.50 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.50 m		0.80 m				
Peso Total 1	972 gr		5,988 gr				
Peso Total 2	639 gr		5,680 gr				
Pérdida por Lavado	333 gr		308 gr				

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00	1,512	74.75			100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00	840	60.72			100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00	924	45.29			70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00	380	38.94			60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00	200	35.60			53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00	116	33.67			-
9.5 mm	3/8"	-	100.00	72	32.46			40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00	104	30.73			25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00	52	29.86			15 - 40
0.42 mm	No. 40	219	77.47	432	22.65			6 - 25
0.075 mm	No. 200	420	34.26	1,048	5.14			2 - 15
Fondo		333	0.00	308	0.00			-
Suma=		972		5,988				

GRAVAS	0.00	69.27
ARENAS	65.74	25.58
FINOS	34.26	5.14
Cu	-	416.67
Cc	-	0.67
Limite líquido LL	0.00	0.00
Límite plástico LP	0.00	0.00
Indice plasticidad IP	0.00	0.00
AASHTO	A-2-4	A-1-a
SUCS	SM	GP-GM

Enderson Cacua

Laboratorista: ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

1566

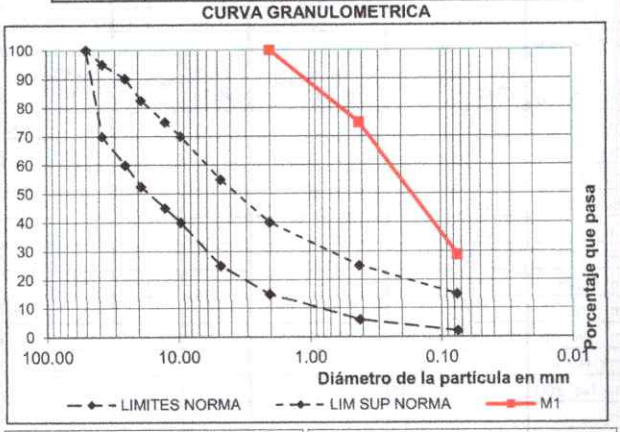
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

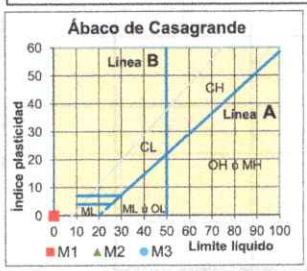
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

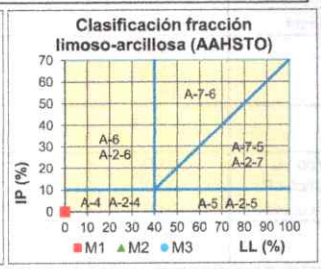
APIQUE	A-13	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-13 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.70 m						
Peso Total 1	931 gr						
Peso Total 2	663 gr						
Pérdida por Lavado	268 gr						

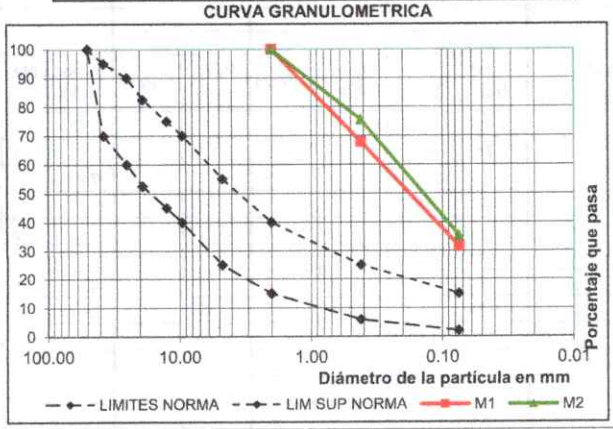
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00					100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00					70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00					60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00					53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00					-
9.5 mm	3/8"	-	100.00					40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00					25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00					15 - 40
0.42 mm	No. 40	234	74.87					6 - 25
0.075 mm	No. 200	429	28.79					2 - 15
Fondo		268	0.00					-
Suma=		931						

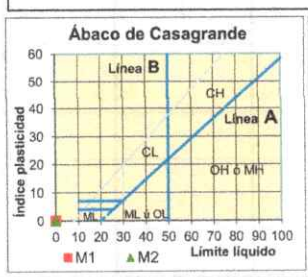
GRAVAS	0.00			
ARENAS	71.21			
FINOS	28.79			
Cu	-			
Cc	-			
Limite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-2-4			
SUCS	SM			

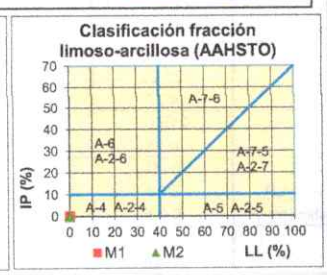
APIQUE	A-14	ABSCISA:	K1+750

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-14 / M1	A-14 / M2				FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m	0.40 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.40 m	0.70 m				
Peso Total 1	907 gr	845 gr				
Peso Total 2	620 gr	546 gr				
Pérdida por Lavado	287 gr	299 gr				

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00	-	100.00			100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00	-	100.00			100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00	-	100.00			70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00	-	100.00			60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00	-	100.00			53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00	-	100.00			-
9.5 mm	3/8"	-	100.00	-	100.00			40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00	-	100.00			25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00	-	100.00			15 - 40
0.42 mm	No. 40	291	67.92	206	75.62			6 - 25
0.075 mm	No. 200	329	31.64	340	35.38			2 - 15
Fondo		287	0.00	299	0.00			-
Suma=		907		845				

GRAVAS	0.00	0.00		
ARENAS	68.36	64.62		
FINOS	31.64	35.38		
Cu	-	-		
Cc	-	-		
Limite líquido LL	0.00	0.00		
Límite plástico LP	0.00	0.00		
Indice plasticidad IP	0.00	0.00		
AASHTO	A-2-4	A-4		
SUCS	SM	SM		

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

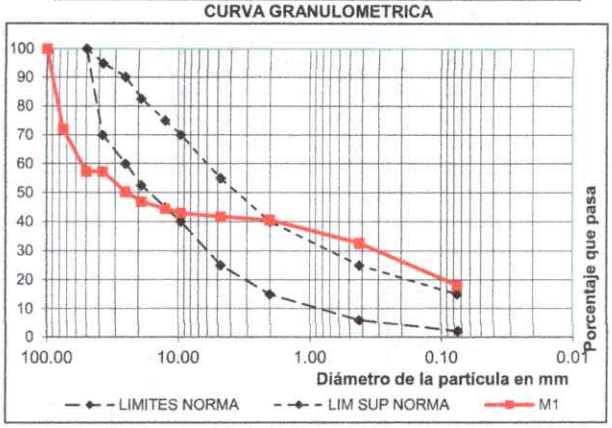
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

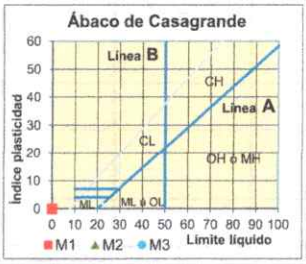
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

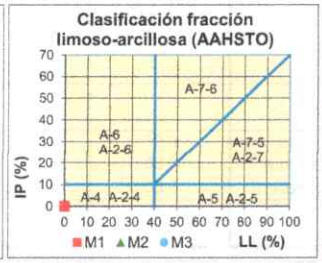
APIQUE	A-15	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-15 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	1.30 m						
Peso Total 1	5,960 gr						
Peso Total 2	4,884 gr						
Pérdida por Lavado	1,076 gr						

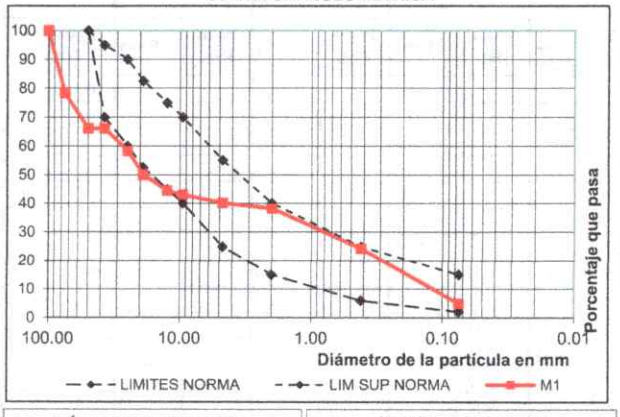
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,668	72.01					100 - 100
50.0 mm	2"	880	57.25					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	57.25					70 - 95
25.0 mm	1"	416	50.27					60 - 90
19.0 mm	3/4"	200	46.91					53 - 83
12.5 mm	1/2"	148	44.43					-
9.5 mm	3/8"	88	42.95					40 - 70
4.75 mm	No. 4	72	41.74					25 - 55
2.00 mm	No. 10	68	40.60					15 - 40
0.42 mm	No. 40	476	32.62					6 - 25
0.075 mm	No. 200	868	18.05					2 - 15
Fondo		1,076	0.00					-
Suma=		5,960						

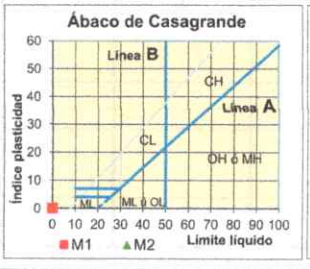
GRAVAS	58.26
ARENAS	23.69
FINOS	18.05
Cu	-
Cc	-
Límite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Indice plasticidad IP	0.00
AASHTO	A-1-b
SUCS	GM

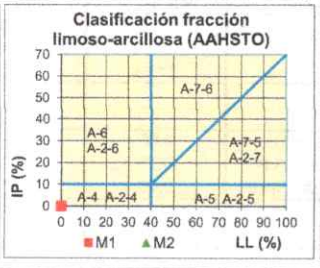
APIQUE	A-16	ABSCISA:	K1+250

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-16 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.85 m						
Peso Total 1	6,008 gr						
Peso Total 2	5,720 gr						
Pérdida por Lavado	288 gr						

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,296	78.43					100 - 100
50.0 mm	2"	740	66.11					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	66.11					70 - 95
25.0 mm	1"	472	58.26					60 - 90
19.0 mm	3/4"	492	50.07					53 - 83
12.5 mm	1/2"	332	44.54					-
9.5 mm	3/8"	92	43.01					40 - 70
4.75 mm	No. 4	176	40.08					25 - 55
2.00 mm	No. 10	116	38.15					15 - 40
0.42 mm	No. 40	836	24.23					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,168	4.79					2 - 15
Fondo		288	0.00					-
Suma=		6,008						

GRAVAS	59.92
ARENAS	35.29
FINOS	4.79
Cu	216.67
Cc	0.21
Límite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Indice plasticidad IP	0.00
AASHTO	A-1-a
SUCS	GP-GM

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

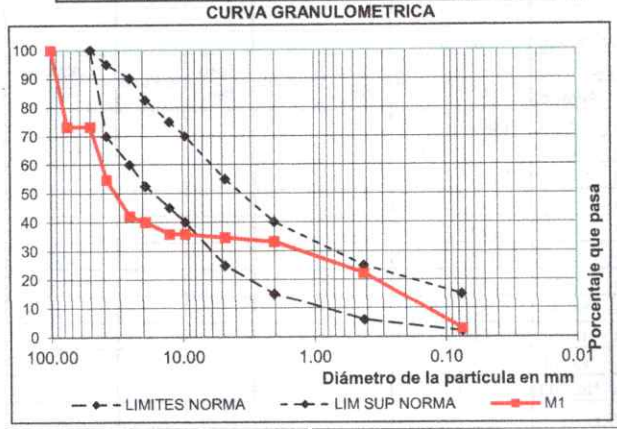
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

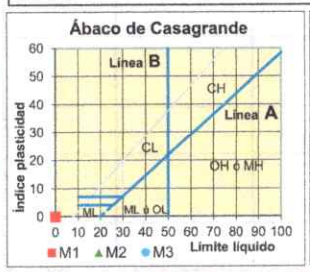
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

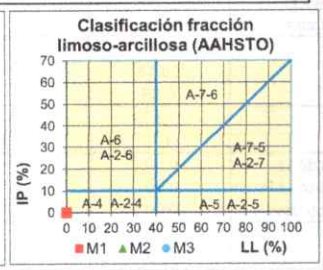
APIQUE	A-17	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-17 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.70 m						
Peso Total 1	5,872 gr						
Peso Total 2	5,700 gr						
Pérdida por Lavado	172 gr						

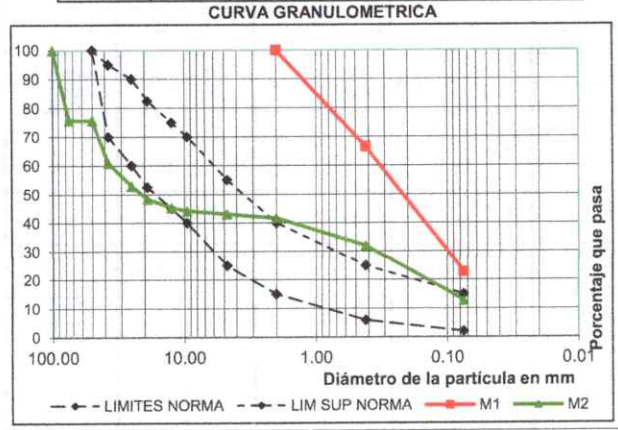
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,564	73.37					100 - 100
50.0 mm	2"	-	73.37					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	1,092	54.77					70 - 95
25.0 mm	1"	752	41.96					60 - 90
19.0 mm	3/4"	116	39.99					53 - 83
12.5 mm	1/2"	244	35.83					-
9.5 mm	3/8"	-	35.83					40 - 70
4.75 mm	No. 4	72	34.60					25 - 55
2.00 mm	No. 10	84	33.17					15 - 40
0.42 mm	No. 40	640	22.28					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,136	2.93					2 - 15
Fondo		172	0.00					-
Suma=		5,872						

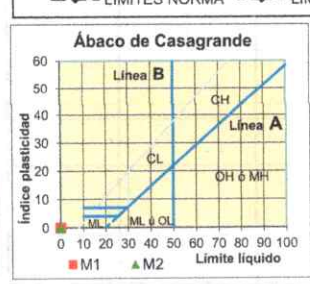
GRAVAS	65.40			
ARENAS	31.68			
FINOS	2.93			
Cu	266.67			
Cc	0.24			
Limite líquido LL	0.00			
Límite plástico LP	0.00			
Indice plasticidad IP	0.00			
AASHTO	A-1-a			
SUCS	GP-GM			

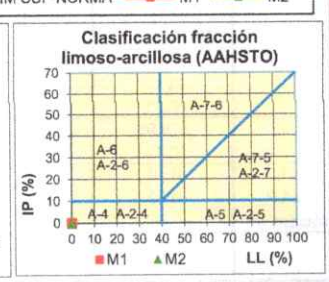
APIQUE	A-18	ABSCISA:	K0+750

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-18 / M1	A-18 / M2				FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m	0.45 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.45 m	0.80 m				
Peso Total 1	918 gr	5,968 gr				
Peso Total 2	709 gr	5,204 gr				
Pérdida por Lavado	209 gr	764 gr				

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00	1,448	75.74			100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00	-	75.74			100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00	884	60.92			70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00	476	52.95			60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00	272	48.39			53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00	180	45.38			-
9.5 mm	3/8"	-	100.00	72	44.17			40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00	60	43.16			25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00	88	41.69			15 - 40
0.42 mm	No. 40	307	66.56	576	32.04			6 - 25
0.075 mm	No. 200	402	22.77	1,148	12.80			2 - 15
Fondo		209	0.00	764	0.00			-
Suma=		918		5,968				

GRAVAS	0.00	56.84		
ARENAS	77.23	30.36		
FINOS	22.77	12.80		
Cu	-	-		
Cc	-	-		
Limite líquido LL	0.00	0.00		
Límite plástico LP	0.00	0.00		
Indice plasticidad IP	0.00	0.00		
AASHTO	A-2-4	A-1-a		
SUCS	SM	GM		

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

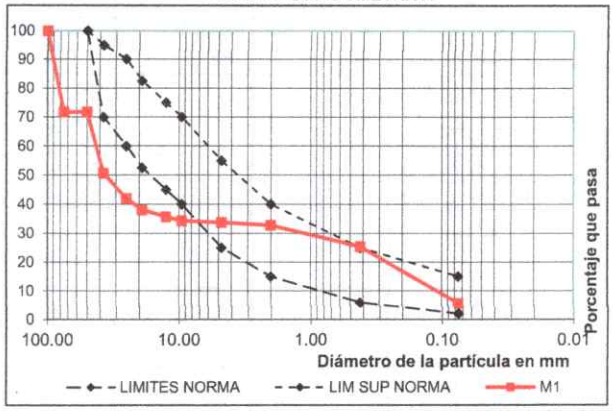
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

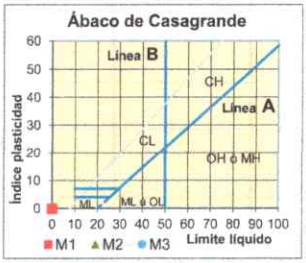
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

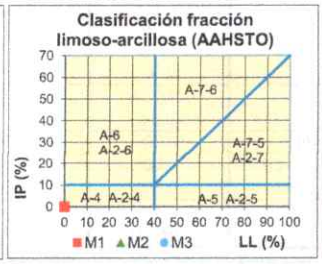
APIQUE	A-19	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-19 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	1.20 m						
Peso Total 1	5,872 gr						
Peso Total 2	5,540 gr						
Pérdida por Lavado	332 gr						

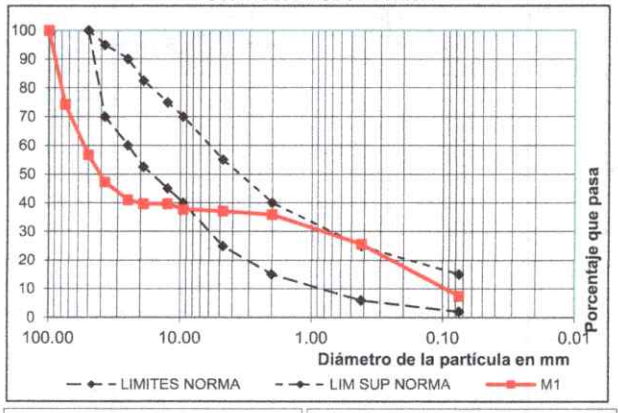
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,660	71.73					100 - 100
50.0 mm	2"	-	71.73					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	1,240	50.61					70 - 95
25.0 mm	1"	512	41.89					60 - 90
19.0 mm	3/4"	228	38.01					53 - 83
12.5 mm	1/2"	136	35.69					-
9.5 mm	3/8"	80	34.33					40 - 70
4.75 mm	No. 4	32	33.79					25 - 55
2.00 mm	No. 10	60	32.77					15 - 40
0.42 mm	No. 40	432	25.41					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,160	5.65					2 - 15
Fondo		332	0.00					-
Suma=		5,872						

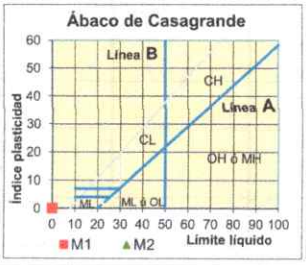
GRAVAS	66.21
ARENAS	28.13
FINOS	5.65
Cu	372.73
Cc	0.22
Límite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Indice plasticidad IP	0.00
AASHTO	A-1-a
SUCS	GP-GM

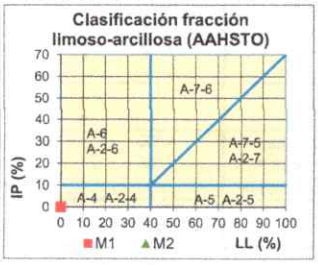
APIQUE	A-20	ABSCISA:	K0+250

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-20 / M1						FECHA
Prof. inicial (m)	0.20 m						Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.75 m						
Peso Total 1	5,928 gr						
Peso Total 2	5,492 gr						
Pérdida por Lavado	436 gr						

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	1,524	74.29					100 - 100
50.0 mm	2"	1,044	56.68					100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	560	47.23					70 - 95
25.0 mm	1"	368	41.03					60 - 90
19.0 mm	3/4"	80	39.68					53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	39.68					-
9.5 mm	3/8"	112	37.79					40 - 70
4.75 mm	No. 4	44	37.04					25 - 55
2.00 mm	No. 10	68	35.90					15 - 40
0.42 mm	No. 40	612	25.57					6 - 25
0.075 mm	No. 200	1,080	7.35					2 - 15
Fondo		436	0.00					-
Suma=		5,928						

GRAVAS	62.96
ARENAS	29.69
FINOS	7.35
Cu	578.95
Cc	0.12
Límite líquido LL	0.00
Límite plástico LP	0.00
Indice plasticidad IP	0.00
AASHTO	A-1-a
SUCS	GP-GM

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

1568

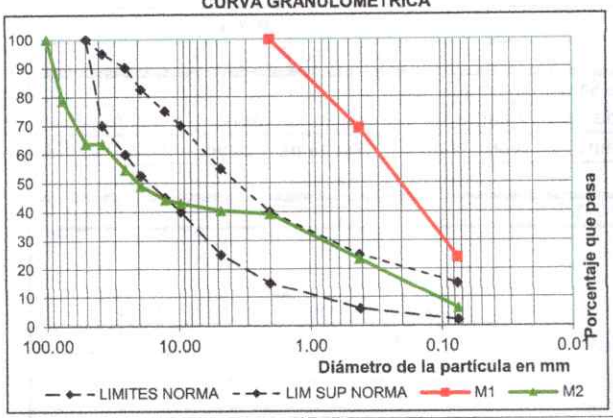
ENSAYO DE GRANULOMETRIA

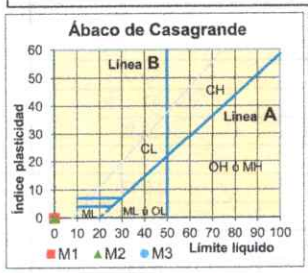
MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

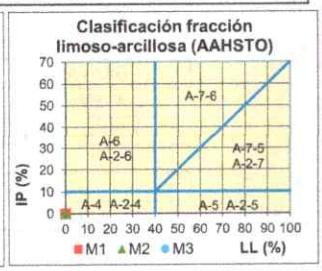
APIQUE	A-21	ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta	A-21 / M1		A-21 / M2				FECHA
Prof. inicial (m)	0.45 m		0.90 m				Marzo de 2024
Prof. final (m)	0.90 m		1.00 m				
Peso Total 1	908 gr		5,968 gr				
Peso Total 2	690 gr		5,600 gr				
Pérdida por Lavado	218 gr		368 gr				

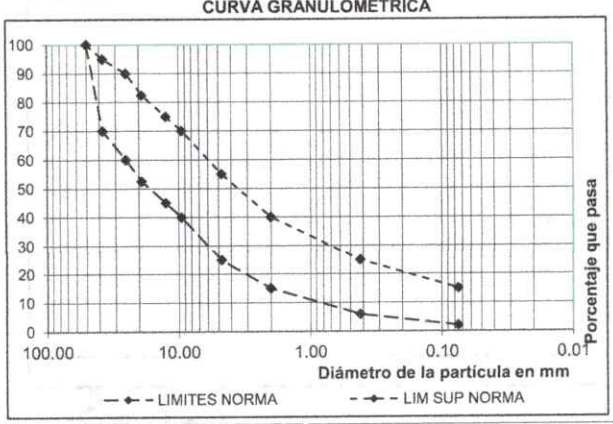
TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"	-	100.00	1,264	78.82			100 - 100
50.0 mm	2"	-	100.00	904	63.67			100 - 100
37.5 mm	1 1/2"	-	100.00	-	63.67			70 - 95
25.0 mm	1"	-	100.00	540	54.62			60 - 90
19.0 mm	3/4"	-	100.00	340	48.93			53 - 83
12.5 mm	1/2"	-	100.00	280	44.24			-
9.5 mm	3/8"	-	100.00	76	42.96			40 - 70
4.75 mm	No. 4	-	100.00	152	40.42			25 - 55
2.00 mm	No. 10	-	100.00	72	39.21			15 - 40
0.42 mm	No. 40	281	69.05	940	23.46			6 - 25
0.075 mm	No. 200	409	24.01	1,032	6.17			2 - 15
Fondo		218	0.00	368	0.00			-
Suma=		908		5,968				

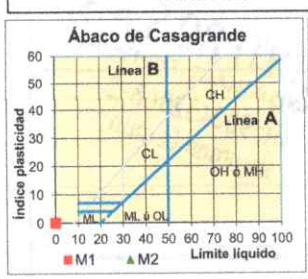
GRAVAS	0.00	59.58		
ARENAS	75.99	34.25		
FINOS	24.01	6.17		
Cu	-	272.73		
Cc	-	0.19		
Limite líquido LL	0.00	0.00		
Límite plástico LP	0.00	0.00		
Indice plasticidad IP	0.00	0.00		
AASHTO	A-2-4	A-1-a		
SUCS	SM	GP-GM		

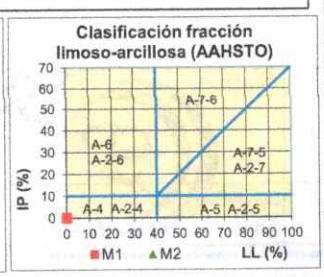
APIQUE		ABSCISA:	

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

CURVA GRANULOMETRICA







Apique/muesta				FECHA
Prof. inicial (m)				Marzo de 2024
Prof. final (m)				
Peso Total 1				
Peso Total 2				
Pérdida por Lavado				

TAMIZ		Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	Peso Ret.	% Pasa	NORMA INV 320-13
Normal	Alterno							
75.0 mm	3"							100 - 100
50.0 mm	2"							100 - 100
37.5 mm	1 1/2"							70 - 95
25.0 mm	1"							60 - 90
19.0 mm	3/4"							53 - 83
12.5 mm	1/2"							-
9.5 mm	3/8"							40 - 70
4.75 mm	No. 4							25 - 55
2.00 mm	No. 10							15 - 40
0.42 mm	No. 40							6 - 25
0.075 mm	No. 200							2 - 15
Fondo								-
Suma=								

GRAVAS				
ARENAS				
FINOS				
Cu				
Cc				
Limite líquido LL				
Límite plástico LP				
Indice plasticidad IP				
AASHTO				
SUCS				

Laboratorista: Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO

Revisó: Ing. Eduardo
ING. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT MP. 5420272031 NTS

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-1

PROFUNDIDAD 1.0 -1.2

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	57.0	24.5	24.5	75.5
3/4"	0.0	0.0	24.5	75.5
1/2"	25.4	10.9	35.4	64.6
3/8"	3.4	1.5	36.9	63.1
N 4	7.3	3.1	40.0	60.0
N 10	5.1	2.2	42.2	57.8
N 20	9.2	4.0	46.1	53.9
N 40	26.1	11.2	57.3	42.7
N 60	25.7	11.0	68.4	31.6
N 100	25.9	11.1	79.5	20.5
N 200	17.7	7.6	87.1	12.9
FONDO	29.5	12.7	99.8	0.2
TOTAL	232.3			

Wrec + Wsec (g)	369.5
Wrec (g)	136.7
Wsec (g)	232.8
Error %	0.2

GRAVA (%)	40.0
ARENA (%)	47.1
FINOS (%)	12.9

D10	0.043
D30	0.24
D60	4.75
Cc	0.27
Cu	111.75

OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)
Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

1569

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-3

PROFUNDIDAD 1.2 -1.65

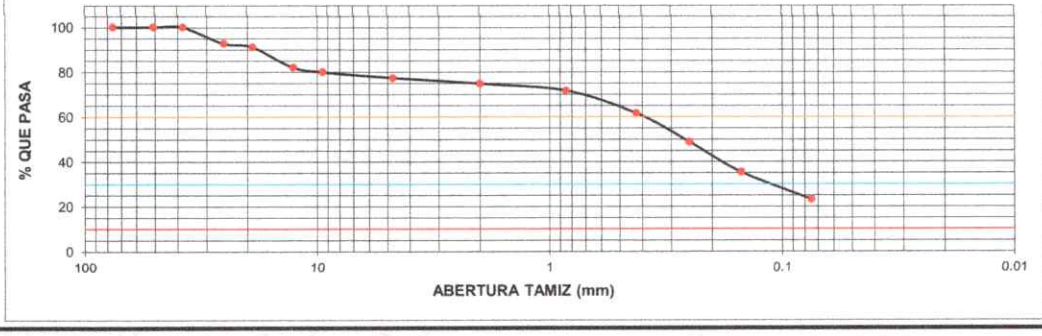
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	35.8	7.3	7.3	92.7
3/4"	7.6	1.5	8.8	91.2
1/2"	44.6	9.0	17.8	82.2
3/8"	10.3	2.1	19.9	80.1
N 4	12.6	2.6	22.5	77.5
N 10	12.8	2.6	25.1	74.9
N 20	15.7	3.2	28.3	71.7
N 40	49.8	10.1	38.4	61.6
N 60	63.4	12.9	51.2	48.8
N 100	66.0	13.4	64.6	35.4
N 200	60.3	12.2	76.8	23.2
FONDO	114.1	23.1	100.0	0.0
TOTAL	493.0			

Wrec + Wsec (g)	554.5
Wrec (g)	61.4
Wsec (g)	493.1
Error %	0.0

GRAVA (%)	22.5
ARENA (%)	54.4
FINOS (%)	23.2

D10	0.038
D30	0.12
D60	0.40
Cc	0.89
Cu	10.59

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO S.A.S.
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-4

PROFUNDIDAD 0.8 -1.0

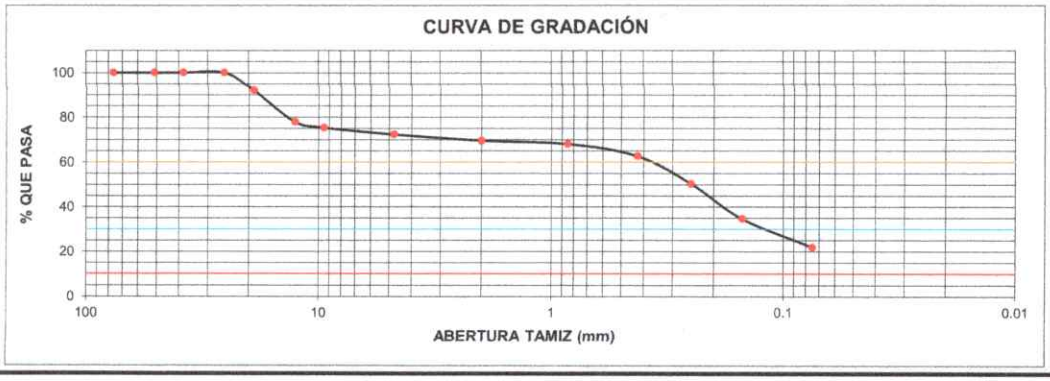
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	17.1	8.0	8.0	92.0
1/2"	30.0	14.0	22.0	78.0
3/8"	5.5	2.6	24.6	75.4
N 4	6.4	3.0	27.6	72.4
N 10	6.0	2.8	30.4	69.6
N 20	3.2	1.5	31.9	68.1
N 40	11.6	5.4	37.3	62.7
N 60	26.4	12.4	49.7	50.3
N 100	33.5	15.7	65.4	34.6
N 200	27.3	12.8	78.1	21.9
FONDO	46.7	21.9	100.0	0.0
TOTAL	213.7			

Wrec + Wsec (g)	347.6
Wrec (g)	133.9
Wsec (g)	213.7
Error %	0.0

GRAVA (%)	27.6
ARENA (%)	50.5
FINOS (%)	21.9

D10	0.040
D30	0.12
D60	0.39
Cc	0.98
Cu	9.75

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1570

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-4

PROFUNDIDAD 0.20 -0.60

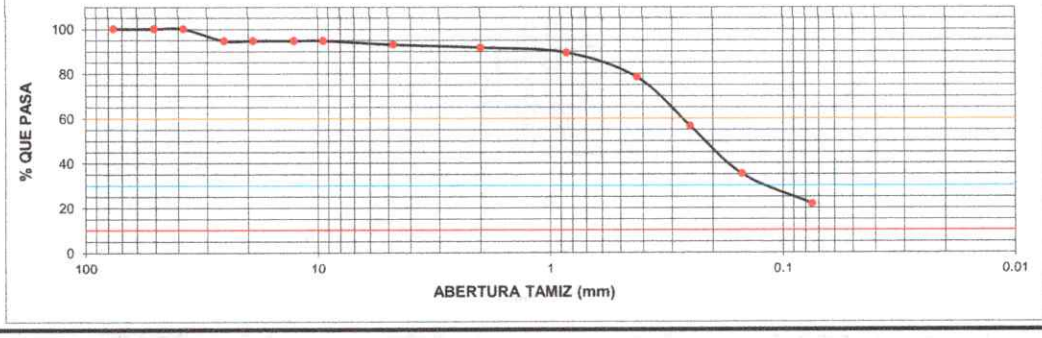
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	23.1	5.2	5.2	94.8
3/4"	0.0	0.0	5.2	94.8
1/2"	0.0	0.0	5.2	94.8
3/8"	0.0	0.0	5.2	94.8
N 4	7.5	1.7	6.9	93.1
N 10	5.9	1.3	8.3	91.7
N 20	10.5	2.4	10.7	89.3
N 40	47.5	10.8	21.4	78.6
N 60	96.9	22.0	43.4	56.6
N 100	94.6	21.4	64.8	35.2
N 200	59.0	13.4	78.2	21.8
FONDO	95.1	21.6	99.8	0.2
TOTAL	440.1			

Wrec + Wsec (g)	509.3
Wrec (g)	68.2
Wsec (g)	441.1
Error %	0.2

GRAVA (%)	6.9
ARENA (%)	71.3
FINOS (%)	21.8

D10	0.039
D30	0.12
D60	0.28
Cc	1.34
Cu	7.02

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Comun

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-5

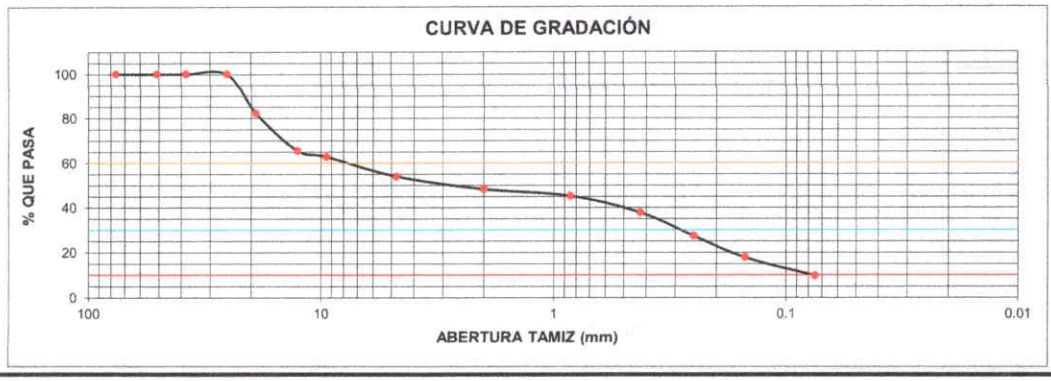
PROFUNDIDAD 0.7 -1.15

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	100.0	17.8	17.8	82.2
1/2"	93.3	16.6	34.5	65.5
3/8"	14.9	2.7	37.1	62.9
N 4	50.2	8.9	46.1	53.9
N 10	31.8	5.7	51.7	48.3
N 20	16.9	3.0	54.8	45.2
N 40	41.6	7.4	62.2	37.8
N 60	58.7	10.5	72.6	27.4
N 100	53.5	9.5	82.2	17.8
N 200	45.3	8.1	90.2	9.8
FONDO	52.8	9.4	99.7	0.3
TOTAL	559.0			

Wrec + Wsec (g)	620.3
Wrec (g)	59.4
Wsec (g)	560.9
Error %	0.3

GRAVA (%)	46.1
ARENA (%)	44.2
FINOS (%)	9.8

D10	0.077
D30	0.29
D60	7.99
Cc	0.14
Cu	103.33



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)
Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1571

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-6

PROFUNDIDAD 0.85 -1.2

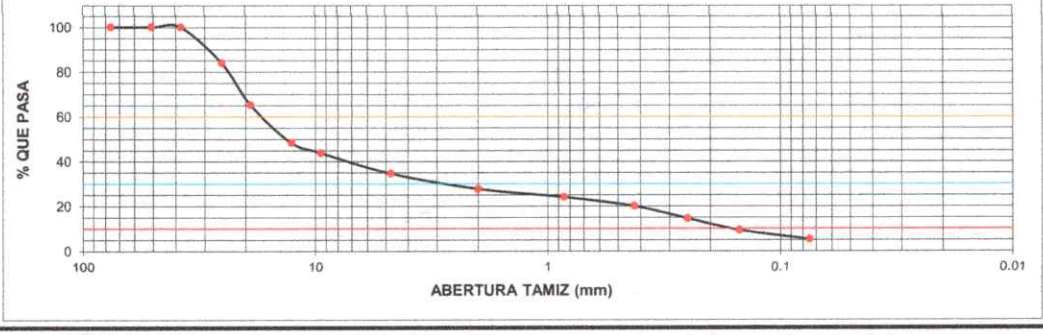
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	45.3	15.9	15.9	84.1
3/4"	53.8	18.9	34.7	65.3
1/2"	47.9	16.8	51.5	48.5
3/8"	13.0	4.6	56.1	43.9
N 4	26.3	9.2	65.3	34.7
N 10	19.9	7.0	72.3	27.7
N 20	10.4	3.6	75.9	24.1
N 40	11.5	4.0	80.0	20.0
N 60	15.7	5.5	85.5	14.5
N 100	14.8	5.2	90.7	9.3
N 200	11.6	4.1	94.7	5.3
FONDO	13.7	4.8	99.5	0.5
TOTAL	283.9			

Wrec + Wsec (g)	416.7
Wrec (g)	131.5
Wsec (g)	285.2
Error %	0.5

GRAVA (%)	65.3
ARENA (%)	29.4
FINOS (%)	5.3

D10	0.163
D30	2.91
D60	17.10
Cc	3.04
Cu	104.92

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-7

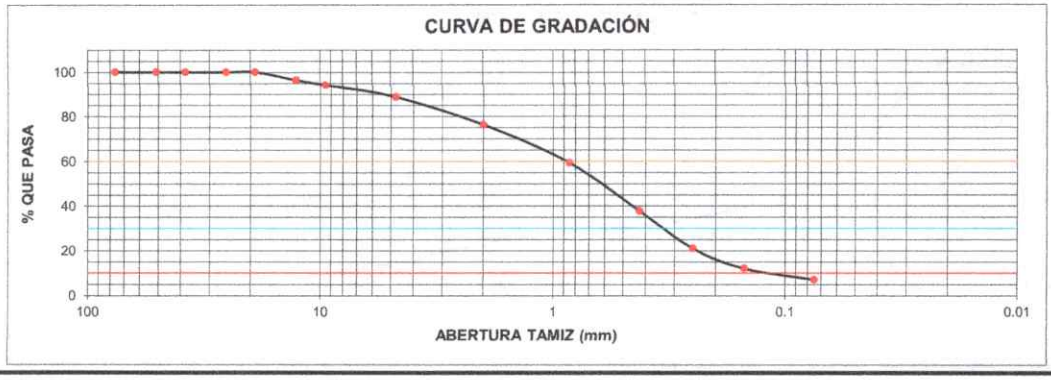
PROFUNDIDAD 1.3 -1.5

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	8.3	3.5	3.5	96.5
3/8"	5.5	2.3	5.8	94.2
N 4	12.5	5.3	11.1	88.9
N 10	29.7	12.6	23.7	76.3
N 20	40.2	17.0	40.7	59.3
N 40	50.7	21.5	62.2	37.8
N 60	39.7	16.8	79.0	21.0
N 100	21.1	8.9	87.9	12.1
N 200	11.7	5.0	92.9	7.1
FONDO	16.3	6.9	99.8	0.2
TOTAL	235.7			

Wrec + Wsec (g)	371.2
Wrec (g)	135.0
Wsec (g)	236.2
Error %	0.2

GRAVA (%)	11.1
ARENA (%)	81.8
FINOS (%)	7.1

D10	0.119
D30	0.34
D60	0.86
Cc	1.15
Cu	7.28



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Comun

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1572

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	05/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-9

PROFUNDIDAD 0.7 - 1.05

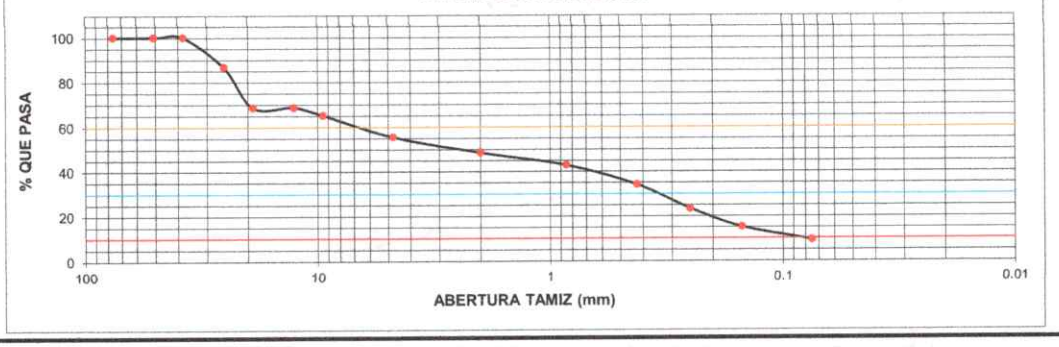
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	30.3	13.2	13.2	86.8
3/4"	41.8	18.2	31.3	68.7
1/2"	0.0	0.0	31.3	68.7
3/8"	7.9	3.4	34.7	65.3
N 4	22.2	9.6	44.4	55.6
N 10	16.3	7.1	51.5	48.5
N 20	13.2	5.7	57.2	42.8
N 40	19.9	8.6	65.8	34.2
N 60	24.8	10.8	76.6	23.4
N 100	19.0	8.3	84.8	15.2
N 200	13.5	5.9	90.7	9.3
FONDO	21.2	9.2	99.9	0.1
TOTAL	230.1			

Wrec + Wsec (g)	368.3
Wrec (g)	138.0
Wsec (g)	230.3
Error %	0.1

GRAVA (%)	44.4
ARENA (%)	46.3
FINOS (%)	9.3

D10	0.084
D30	0.36
D60	6.92
Cc	0.22
Cu	82.34

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-10

PROFUNDIDAD 0.8 -1.25

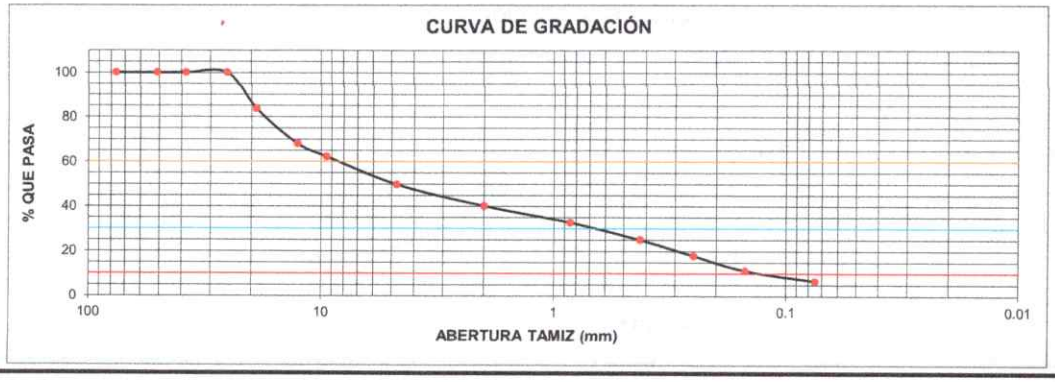
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	101.8	16.3	16.3	83.7
1/2"	98.3	15.7	31.9	68.1
3/8"	36.2	5.8	37.7	62.3
N 4	77.9	12.4	50.2	49.8
N 10	60.6	9.7	59.8	40.2
N 20	46.8	7.5	67.3	32.7
N 40	48.0	7.7	75.0	25.0
N 60	44.1	7.0	82.0	18.0
N 100	41.8	6.7	88.7	11.3
N 200	29.7	4.7	93.4	6.6
FONDO	39.9	6.4	99.8	0.2
TOTAL	625.1			

Wrec + Wsec (g)	685.6
Wrec (g)	59.2
Wsec (g)	626.4
Error %	0.2

GRAVA (%)	50.2
ARENA (%)	43.3
FINOS (%)	6.6

D10	0.129
D30	0.70
D60	8.65
Cc	0.44
Cu	66.97

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoča/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-11

PROFUNDIDAD 1.0 -1.45

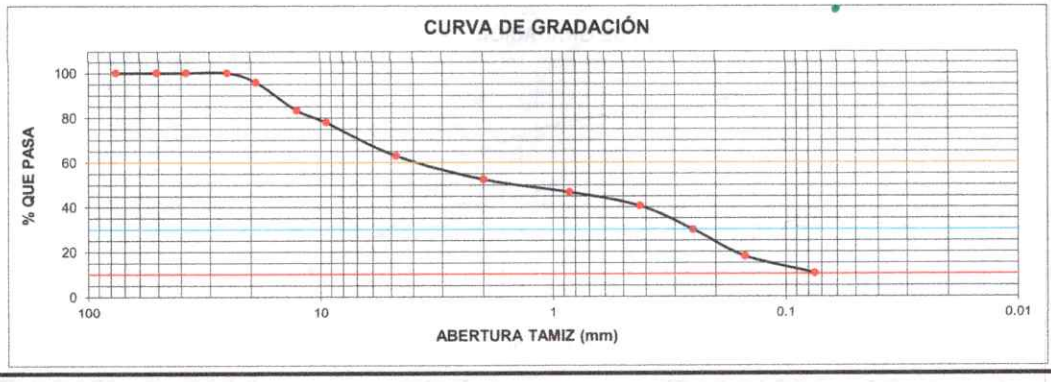
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	15.9	4.1	4.1	95.9
1/2"	48.3	12.5	16.6	83.4
3/8"	20.6	5.3	21.9	78.1
N 4	58.4	15.1	37.0	63.0
N 10	40.9	10.6	47.6	52.4
N 20	21.9	5.7	53.3	46.7
N 40	23.9	6.2	59.5	40.5
N 60	41.2	10.7	70.1	29.9
N 100	45.9	11.9	82.0	18.0
N 200	29.5	7.6	89.6	10.4
FONDO	39.9	10.3	99.9	0.1
TOTAL	386.4			

Wrec + Wsec (g)	520.5
Wrec (g)	133.9
Wsec (g)	386.6
Error %	0.1

GRAVA (%)	37.0
ARENA (%)	52.6
FINOS (%)	10.4

D10	0.073
D30	0.25
D60	3.99
Cc	0.22
Cu	54.89

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-12

PROFUNDIDAD 0.2 -0.5

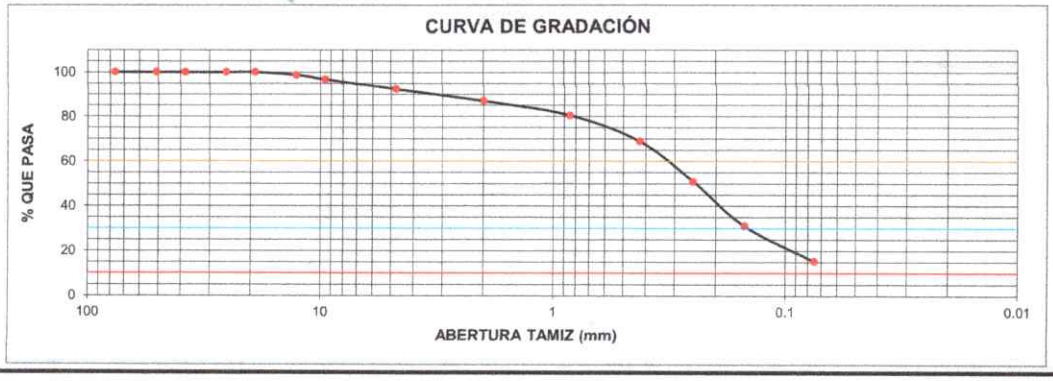
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	6.0	1.3	1.3	98.7
3/8"	9.2	2.0	3.2	96.8
N 4	20.8	4.4	7.7	92.3
N 10	25.1	5.3	13.0	87.0
N 20	30.8	6.6	19.5	80.5
N 40	54.3	11.6	31.1	68.9
N 60	84.6	18.0	49.1	50.9
N 100	92.8	19.7	68.8	31.2
N 200	74.9	15.9	84.8	15.2
FONDO	70.8	15.1	99.8	0.2
TOTAL	469.3			

Wrec + Wsec (g)	533.0
Wrec (g)	62.9
Wsec (g)	470.1
Error %	0.2

GRAVA (%)	7.7
ARENA (%)	77.1
FINOS (%)	15.2

D10	0.052
D30	0.14
D60	0.34
Cc	1.18
Cu	6.46

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1574

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-12

PROFUNDIDAD 0.5 -0.9

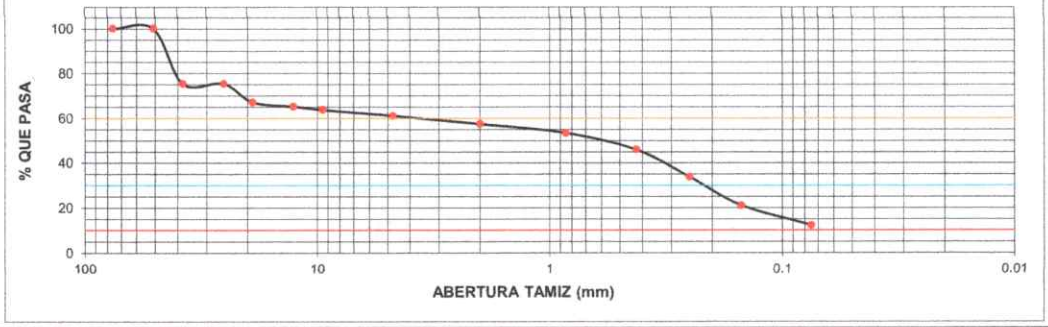
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	205.2	24.6	24.6	75.4
1"	0.0	0.0	24.6	75.4
3/4"	68.8	8.2	32.8	67.2
1/2"	16.2	1.9	34.8	65.2
3/8"	12.3	1.5	36.2	63.8
N 4	22.0	2.6	38.9	61.1
N 10	30.5	3.7	42.5	57.5
N 20	34.1	4.1	46.6	53.4
N 40	62.3	7.5	54.1	45.9
N 60	101.2	12.1	66.2	33.8
N 100	105.7	12.7	78.9	21.1
N 200	74.4	8.9	87.8	12.2
FONDO	101.0	12.1	99.9	0.1
TOTAL	833.7			

Wrec + Wsec (g)	947.2
Wrec (g)	112.5
Wsec (g)	834.7
Error %	0.1

GRAVA (%)	38.9
ARENA (%)	48.9
FINOS (%)	12.2

D10	0.063
D30	0.22
D60	3.91
Cc	0.20
Cu	62.01

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-13

PROFUNDIDAD 1.3 -1.75

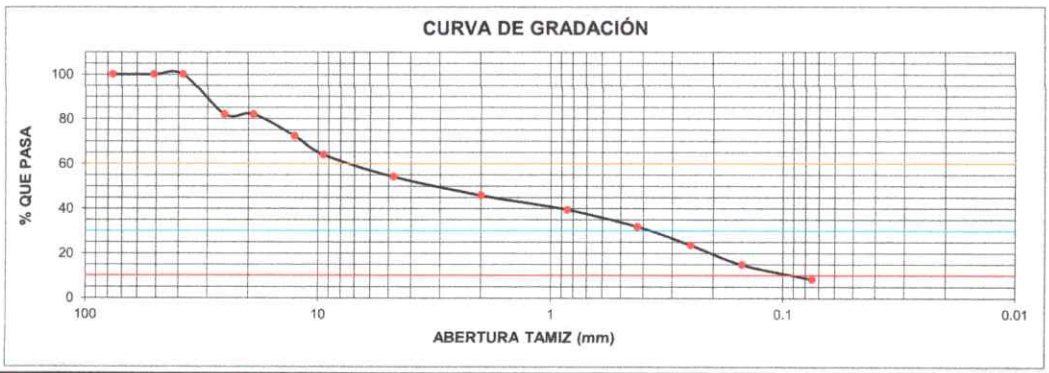
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	102.2	17.9	17.9	82.1
3/4"	0.0	0.0	17.9	82.1
1/2"	55.7	9.8	27.7	72.3
3/8"	47.3	8.3	36.0	64.0
N 4	56.4	9.9	45.8	54.2
N 10	47.3	8.3	54.1	45.9
N 20	36.7	6.4	60.6	39.4
N 40	43.2	7.6	68.1	31.9
N 60	47.0	8.2	76.4	23.6
N 100	50.2	8.8	85.2	14.8
N 200	37.5	6.6	91.7	8.3
FONDO	46.6	8.2	99.9	0.1
TOTAL	570.1			

Wrec + Wsec (g)	632.4
Wrec (g)	61.7
Wsec (g)	570.7
Error %	0.1

GRAVA (%)	45.8
ARENA (%)	45.9
FINOS (%)	8.3

D10	0.095
D30	0.39
D60	7.57
Cc	0.21
Cu	79.93

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1575

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-14

PROFUNDIDAD 1.35 -1.50

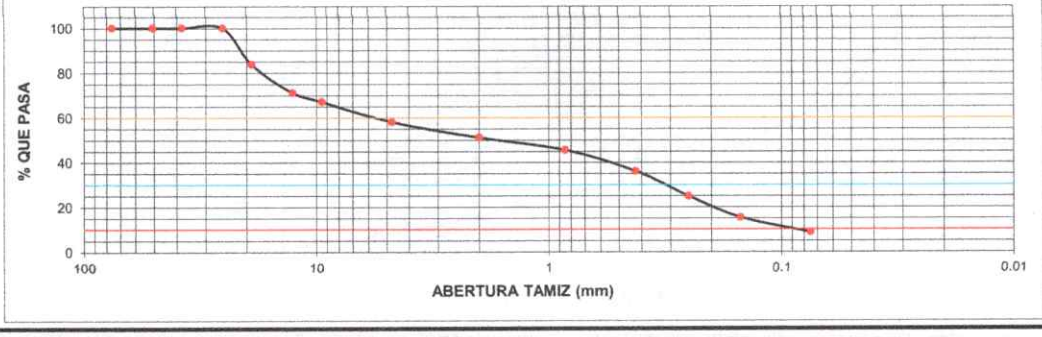
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	57.3	16.1	16.1	83.9
1/2"	44.8	12.6	28.7	71.3
3/8"	14.4	4.0	32.8	67.2
N 4	32.6	9.2	41.9	58.1
N 10	24.7	6.9	48.9	51.1
N 20	19.9	5.6	54.5	45.5
N 40	33.4	9.4	63.9	36.1
N 60	40.0	11.2	75.1	24.9
N 100	33.9	9.5	84.6	15.4
N 200	23.8	6.7	91.3	8.7
FONDO	30.5	8.6	99.9	0.1
TOTAL	355.3			

Wrec + Wsec (g)	476.9
Wrec (g)	121.3
Wsec (g)	355.6
Error %	0.1

GRAVA (%)	41.9
ARENA (%)	49.4
FINOS (%)	8.7

D10	0.090
D30	0.33
D60	5.76
Cc	0.21
Cu	64.02

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-15

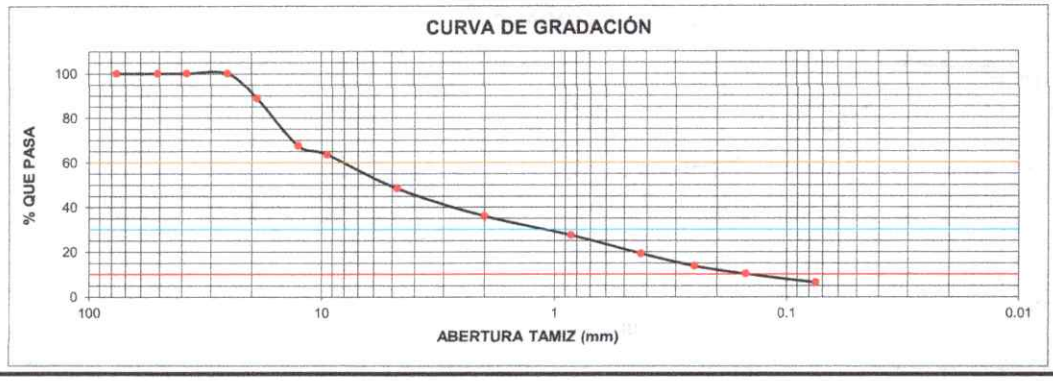
PROFUNDIDAD 0.9 -1.1

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	41.2	11.1	11.1	88.9
1/2"	78.7	21.3	32.4	67.6
3/8"	15.0	4.1	36.5	63.5
N 4	56.0	15.1	51.6	48.4
N 10	45.7	12.4	63.9	36.1
N 20	31.6	8.5	72.5	27.5
N 40	30.7	8.3	80.8	19.2
N 60	20.3	5.5	86.3	13.7
N 100	13.1	3.5	89.8	10.2
N 200	14.1	3.8	93.6	6.4
FONDO	23.1	6.2	99.9	0.1
TOTAL	369.5			

Wrec + Wsec (g)	496.0
Wrec (g)	126.0
Wsec (g)	370.0
Error %	0.1

GRAVA (%)	51.6
ARENA (%)	42.0
FINOS (%)	6.4

D10	0.146
D30	1.18
D60	8.41
Cc	1.14
Cu	57.47



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ RATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1576

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	06/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-16

PROFUNDIDAD 0.9 -1.35

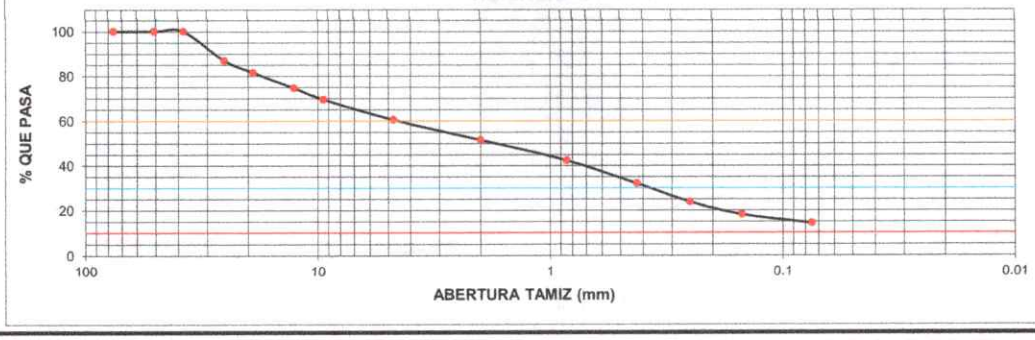
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	69.3	12.9	12.9	87.1
3/4"	29.5	5.5	18.4	81.6
1/2"	37.1	6.9	25.3	74.7
3/8"	27.8	5.2	30.4	69.6
N 4	48.3	9.0	39.4	60.6
N 10	48.9	9.1	48.5	51.5
N 20	49.3	9.2	57.6	42.4
N 40	55.6	10.3	68.0	32.0
N 60	44.4	8.3	76.2	23.8
N 100	30.3	5.6	81.9	18.1
N 200	20.8	3.9	85.7	14.3
FONDO	75.8	14.1	99.8	0.2
TOTAL	537.1			

Wrec + Wsec (g)	620.8
Wrec (g)	82.7
Wsec (g)	538.1
Error %	0.2

GRAVA (%)	39.4
ARENA (%)	46.3
FINOS (%)	14.3

D10	0.055
D30	0.38
D60	4.58
Cc	0.58
Cu	82.79

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-17

PROFUNDIDAD 0.9 -1.35

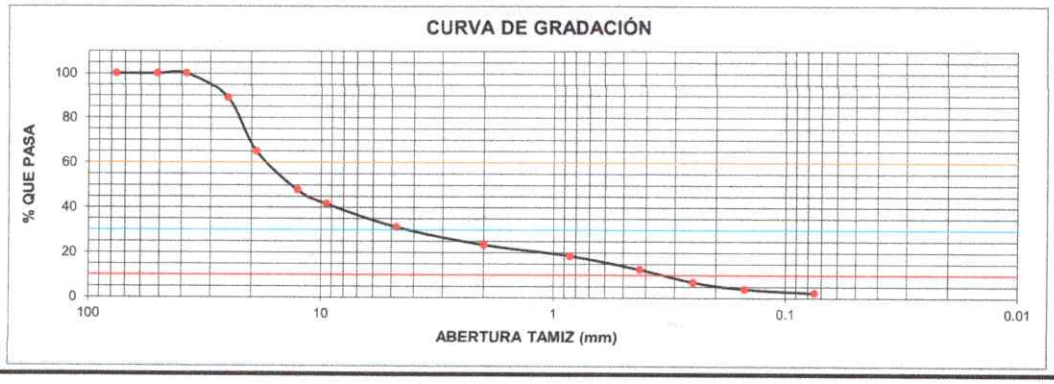
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	35.7	10.9	10.9	89.1
3/4"	79.1	24.1	35.0	65.0
1/2"	56.2	17.2	52.2	47.8
3/8"	20.2	6.2	58.4	41.6
N 4	34.0	10.4	68.7	31.3
N 10	25.6	7.8	76.6	23.4
N 20	16.1	4.9	81.5	18.5
N 40	19.5	6.0	87.4	12.6
N 60	18.6	5.7	93.1	6.9
N 100	9.8	3.0	96.1	3.9
N 200	5.5	1.7	97.8	2.2
FONDO	6.9	2.1	99.9	0.1
TOTAL	327.2			

Wrec + Wsec (g)	413.7
Wrec (g)	86.1
Wsec (g)	327.6
Error %	0.1

GRAVA (%)	68.7
ARENA (%)	29.0
FINOS (%)	2.2

D10	0.346
D30	4.32
D60	17.25
Cc	3.12
Cu	49.92

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Comun

SOLINTPRO SAS
Administración General

1577

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** S-18

PROFUNDIDAD 0.9 -1.25

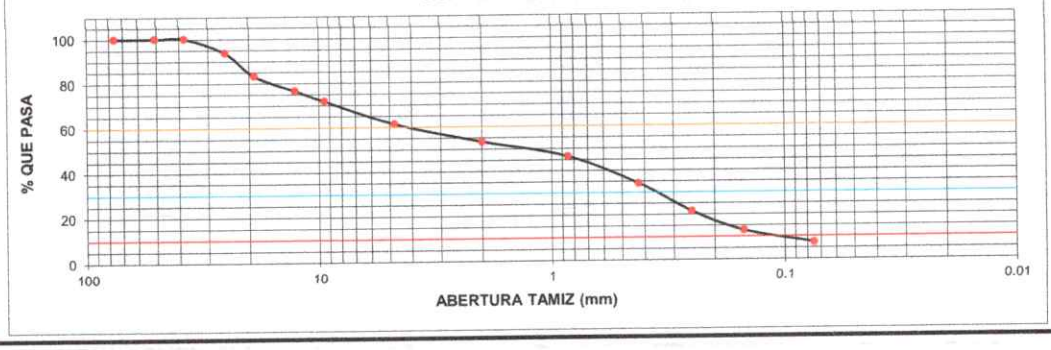
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	28.2	6.2	6.2	93.8
3/4"	46.9	10.4	16.6	83.4
1/2"	30.6	6.8	23.3	76.7
3/8"	21.5	4.7	28.1	71.9
N 4	47.4	10.5	38.6	61.4
N 10	36.9	8.1	46.7	53.3
N 20	31.1	6.9	53.6	46.4
N 40	55.6	12.3	65.8	34.2
N 60	57.6	12.7	78.6	21.4
N 100	39.0	8.6	87.2	12.8
N 200	24.8	5.5	92.6	7.4
FONDO	32.9	7.3	99.9	0.1
TOTAL	452.5			

Wrec + Wsec (g)	533.2
Wrec (g)	80.3
Wsec (g)	452.9
Error %	0.1

GRAVA (%)	38.6
ARENA (%)	54.1
FINOS (%)	7.4

D10	0.111
D30	0.37
D60	4.27
Cc	0.28
Cu	38.37

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-19

PROFUNDIDAD 0.9 -1.35

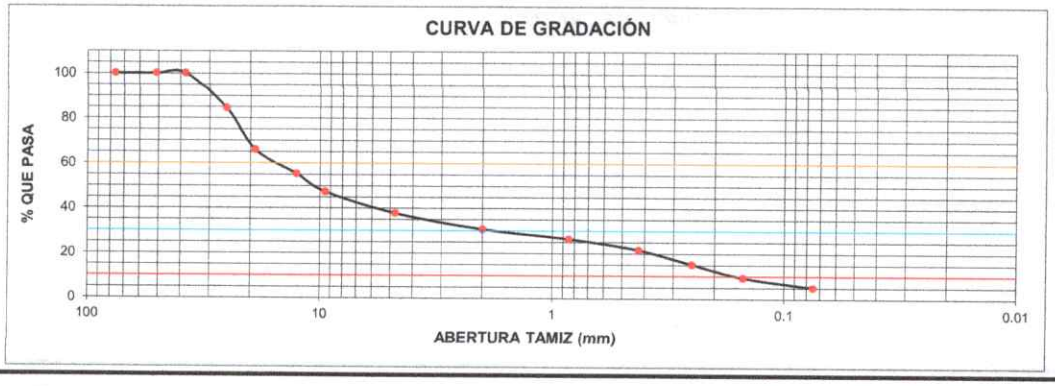
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	69.0	15.5	15.5	84.5
3/4"	83.1	18.6	34.1	65.9
1/2"	47.1	10.6	44.6	55.4
3/8"	35.8	8.0	52.7	47.3
N 4	42.4	9.5	62.2	37.8
N 10	31.9	7.1	69.3	30.7
N 20	19.0	4.3	73.6	26.4
N 40	21.8	4.9	78.4	21.6
N 60	28.4	6.4	84.8	15.2
N 100	26.2	5.9	90.7	9.3
N 200	19.3	4.3	95.0	5.0
FONDO	21.3	4.8	99.8	0.2
TOTAL	445.3			

Wrec + Wsec (g)	527.9
Wrec (g)	81.6
Wsec (g)	446.3
Error %	0.2

GRAVA (%)	62.2
ARENA (%)	32.8
FINOS (%)	5.0

D10	0.162
D30	1.81
D60	15.51
Cc	1.31
Cu	96.00

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Comun

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	S-20

PROFUNDIDAD 1.0 -1.25

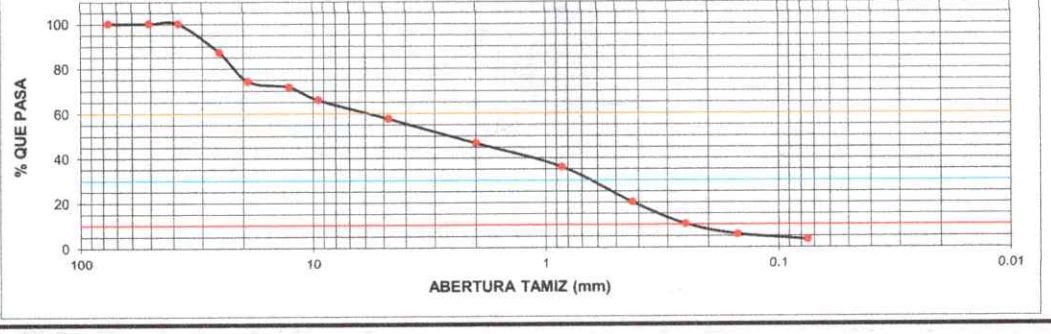
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	38.8	12.6	12.6	87.4
3/4"	40.1	13.1	25.7	74.3
1/2"	7.9	2.6	28.3	71.7
3/8"	17.7	5.8	34.1	65.9
N 4	25.6	8.3	42.4	57.6
N 10	33.5	10.9	53.3	46.7
N 20	32.9	10.7	64.0	36.0
N 40	48.6	15.8	79.9	20.1
N 60	30.0	9.8	89.7	10.3
N 100	14.0	4.6	94.2	5.8
N 200	7.5	2.4	96.7	3.3
FONDO	9.5	3.1	99.8	0.2
TOTAL	306.1			

Wrec + Wsec (g)	389.2
Wrec (g)	82.4
Wsec (g)	306.8
Error %	0.2

GRAVA (%)	42.4
ARENA (%)	54.3
FINOS (%)	3.3

D10	0.243
D30	0.69
D60	6.13
Cc	0.32
Cu	25.27

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**		**Muestra / Sondeo:**	S-21

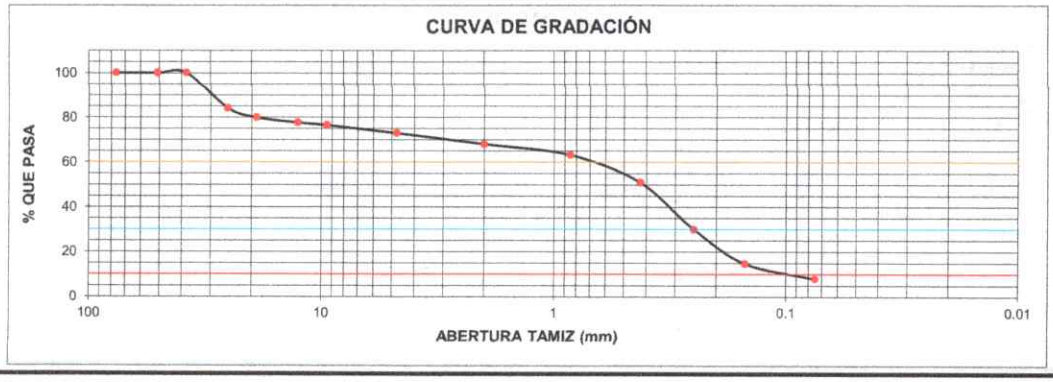
PROFUNDIDAD 1.2 - 1.4

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	42.0	15.8	15.8	84.2
3/4"	11.2	4.2	20.0	80.0
1/2"	6.1	2.3	22.3	77.7
3/8"	3.1	1.2	23.5	76.5
N 4	9.4	3.5	27.0	73.0
N 10	13.2	5.0	32.0	68.0
N 20	12.8	4.8	36.8	63.2
N 40	32.6	12.3	49.1	50.9
N 60	55.7	21.0	70.0	30.0
N 100	40.4	15.2	85.2	14.8
N 200	18.2	6.8	92.1	7.9
FONDO	20.6	7.8	99.8	0.2
TOTAL	265.3			

Wrec + Wsec (g)	346.9
Wrec (g)	81.2
Wsec (g)	265.7
Error %	0.2

GRAVA (%)	27.0
ARENA (%)	65.1
FINOS (%)	7.9

D10	0.098
D30	0.25
D60	0.74
Cc	0.87
Cu	7.55



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)
Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

(579

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** M-1

PROFUNDIDAD 1.0 -1.5

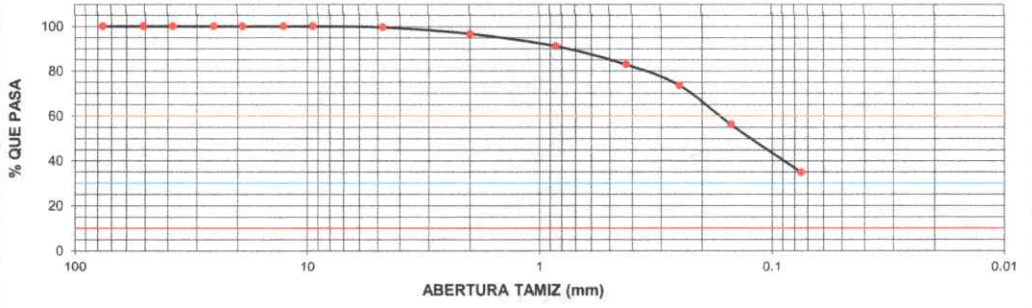
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N 4	0.9	0.4	0.4	99.6
N 10	6.1	2.8	3.2	96.8
N 20	12.1	5.6	8.9	91.1
N 40	17.5	8.1	17.0	83.0
N 60	20.3	9.4	26.4	73.6
N 100	37.5	17.4	43.8	56.2
N 200	45.9	21.3	65.1	34.9
FONDO	73.1	33.9	99.0	1.0
TOTAL	213.4			

Wrec + Wsec (g)	284.6
Wrec (g)	69.1
Wsec (g)	215.5
Error %	1.0

GRAVA (%)	0.4
ARENA (%)	64.7
FINOS (%)	34.9

D10	0.027
D30	0.07
D60	0.17
Cc	0.92
Cu	6.30

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	M-1

PROFUNDIDAD 2.0 - 2.5

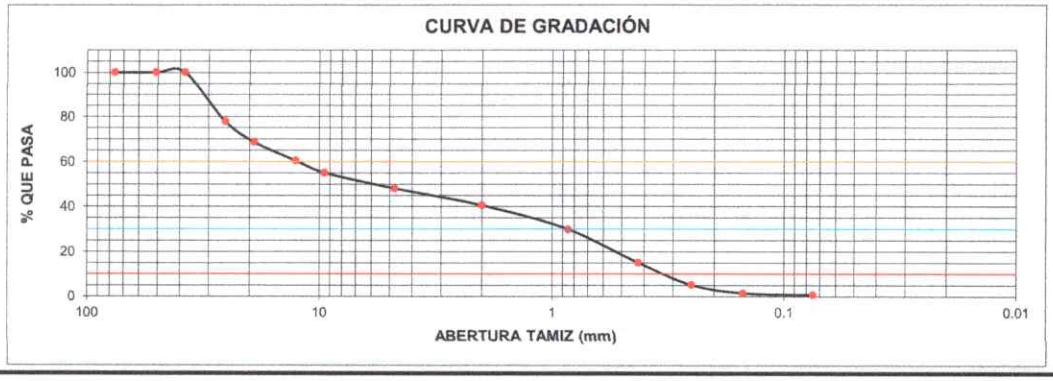
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	88.4	22.2	22.2	77.8
3/4"	36.6	9.2	31.4	68.6
1/2"	32.6	8.2	39.5	60.5
3/8"	21.5	5.4	44.9	55.1
N 4	27.9	7.0	51.9	48.1
N 10	29.9	7.5	59.4	40.6
N 20	42.6	10.7	70.1	29.9
N 40	59.0	14.8	84.9	15.1
N 60	39.6	9.9	94.9	5.1
N 100	14.7	3.7	98.6	1.4
N 200	3.3	0.8	99.4	0.6
FONDO	2.2	0.6	99.9	0.1
TOTAL	398.3			

Wrec + Wsec (g)	526.1
Wrec (g)	127.6
Wsec (g)	398.5
Error %	0.1

GRAVA (%)	51.9
ARENA (%)	47.5
FINOS (%)	0.6

D10	0.336
D30	0.86
D60	12.43
Cc	0.18
Cu	37.01

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** M-2

PROFUNDIDAD 0.6 -1.0

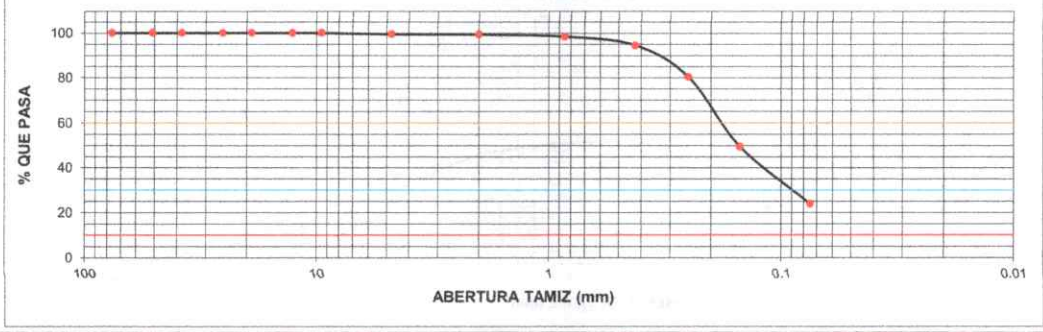
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N 4	1.1	0.5	0.5	99.5
N 10	0.4	0.2	0.7	99.3
N 20	1.9	0.9	1.6	98.4
N 40	8.3	3.9	5.5	94.5
N 60	30.3	14.1	19.6	80.4
N 100	66.4	31.0	50.5	49.5
N 200	54.9	25.6	76.1	23.9
FONDO	51.0	23.8	99.9	0.1
TOTAL	214.3			

Wrec + Wsec (g)	349.6
Wrec (g)	135.1
Wsec (g)	214.5
Error %	0.1

GRAVA (%)	0.5
ARENA (%)	75.6
FINOS (%)	23.9

D10	0.037
D30	0.09
D60	0.18
Cc	1.27
Cu	4.96

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LOPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	M-2

PROFUNDIDAD 1.0 -1.25

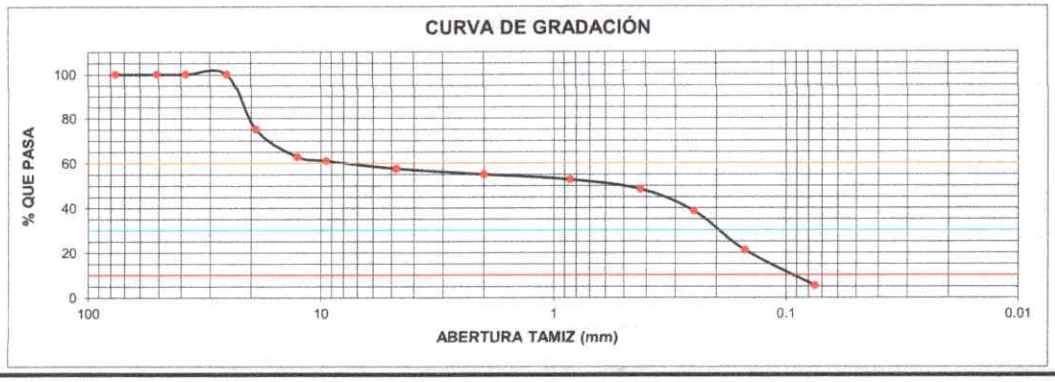
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	63.9	25.0	25.0	75.0
1/2"	31.3	12.2	37.2	62.8
3/8"	4.6	1.8	39.0	61.0
N 4	9.0	3.5	42.5	57.5
N 10	6.4	2.5	45.0	55.0
N 20	5.9	2.3	47.3	52.7
N 40	11.1	4.3	51.6	48.4
N 60	24.9	9.7	61.4	38.6
N 100	44.9	17.5	78.9	21.1
N 200	40.4	15.8	94.7	5.3
FONDO	13.4	5.2	99.9	0.1
TOTAL	255.8			

Wrec + Wsec (g)	395.0
Wrec (g)	139.0
Wsec (g)	256.0
Error %	0.1

GRAVA (%)	42.5
ARENA (%)	52.2
FINOS (%)	5.3

D10	0.097
D30	0.20
D60	8.14
Cc	0.05
Cu	83.73

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)
Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1581

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	08/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** M-3

PROFUNDIDAD 0.5 -1.10

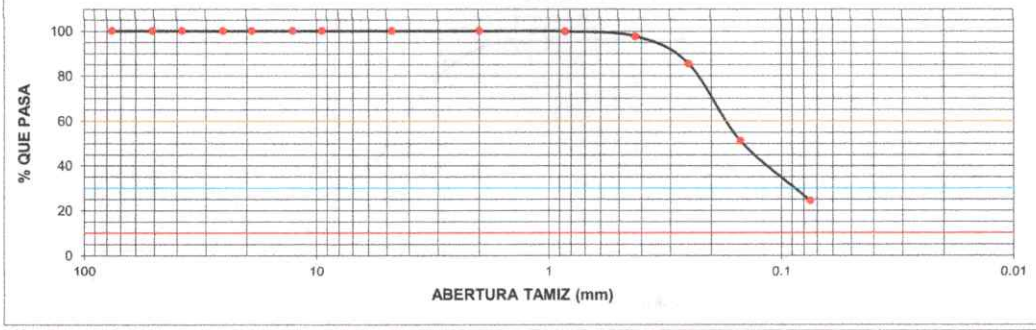
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N 10	0.0	0.0	0.0	100.0
N 20	0.4	0.2	0.2	99.8
N 40	5.1	2.1	2.3	97.7
N 60	28.8	12.1	14.5	85.5
N 100	81.5	34.3	48.8	51.2
N 200	63.7	26.8	75.6	24.4
FONDO	57.3	24.1	99.8	0.2
TOTAL	236.8			

Wrec + Wsec (g)	370.8
Wrec (g)	133.5
Wsec (g)	237.3
Error %	0.2

GRAVA (%)	0.0
ARENA (%)	75.6
FINOS (%)	24.4

D10	0.036
D30	0.09
D60	0.18
Cc	1.29
Cu	4.83

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata			**Fecha de toma:**	27/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca			**Fecha de ensayo:**	09/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	M-3

PROFUNDIDAD 1.40 -2.0

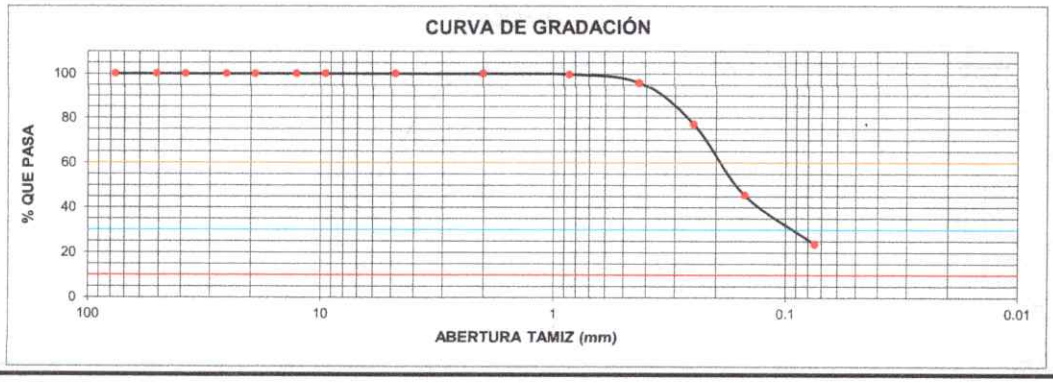
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N 10	0.0	0.0	0.0	100.0
N 20	1.8	0.3	0.3	99.7
N 40	21.2	3.8	4.1	95.9
N 60	103.5	18.7	22.8	77.2
N 100	175.5	31.6	54.4	45.6
N 200	121.4	21.9	76.3	23.7
FONDO	130.4	23.5	99.8	0.2
TOTAL	553.8			

Wrec + Wsec (g)	655.5
Wrec (g)	100.6
Wsec (g)	554.9
Error %	0.2

GRAVA (%)	0.0
ARENA (%)	76.3
FINOS (%)	23.7

D10	0.037
D30	0.10
D60	0.20
Cc	1.29
Cu	5.27

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

Geotecnía y Materiales | Diseño Estructural | Vías y Pavimentos

1582

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	30/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	09/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** P-1

PROFUNDIDAD 0.5 - 0.8

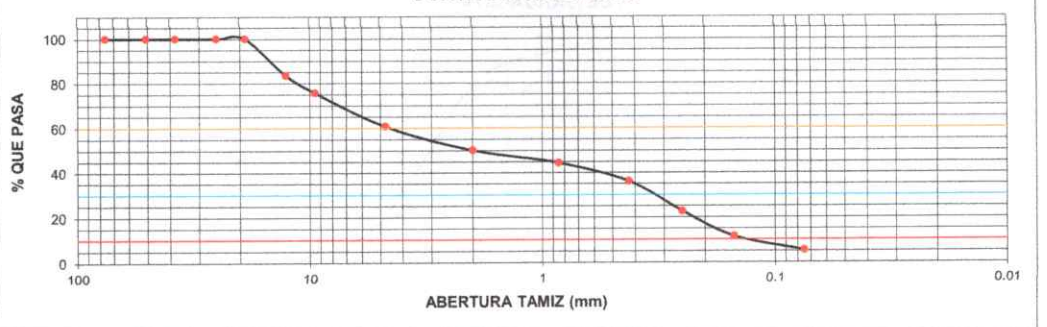
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	100.1	16.4	16.4	83.6
3/8"	47.5	7.8	24.2	75.8
N 4	92.2	15.1	39.3	60.7
N 10	65.1	10.7	49.9	50.1
N 20	34.6	5.7	55.6	44.4
N 40	50.9	8.3	63.9	36.1
N 60	81.9	13.4	77.3	22.7
N 100	68.5	11.2	88.5	11.5
N 200	37.9	6.2	94.7	5.3
FONDO	31.1	5.1	99.8	0.2
TOTAL	609.8			

Wrec + Wsec (g)	674.2
Wrec (g)	63.3
Wsec (g)	610.9
Error %	0.2

GRAVA (%)	39.3
ARENA (%)	55.5
FINOS (%)	5.3

D10	0.132
D30	0.35
D60	4.57
Cc	0.20
Cu	34.55

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	30/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	09/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** P-2

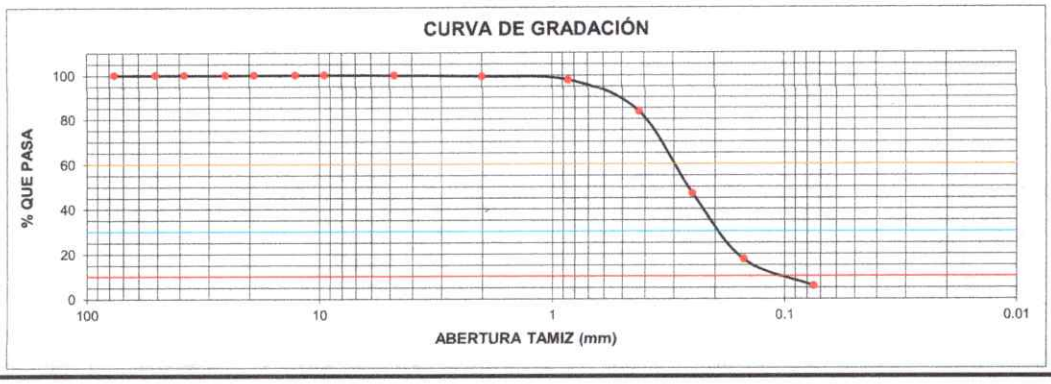
PROFUNDIDAD 0.6 - 1.2

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N 4	0.3	0.1	0.1	99.9
N 10	2.8	0.5	0.6	99.4
N 20	8.2	1.6	2.1	97.9
N 40	75.7	14.4	16.5	83.5
N 60	192.7	36.6	53.1	46.9
N 100	154.6	29.4	82.5	17.5
N 200	62.6	11.9	94.3	5.7
FONDO	29.4	5.6	99.9	0.1
TOTAL	526.3			

Wrec + Wsec (g)	629.0
Wrec (g)	102.3
Wsec (g)	526.7
Error %	0.1

GRAVA (%)	0.1
ARENA (%)	94.3
FINOS (%)	5.7

D10	0.102
D30	0.19
D60	0.31
Cc	1.16
Cu	3.05



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

1583

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena Arauca		
Proyecto:	Mejoramiento vía terciaria acceso vda Unión alto de Satoca/planta Trata	**Fecha de toma:**	30/03/2024
Localización:	Acceso Vda Unión Alto de Satoca - Planta Tratamiento, Saravena Arauca	**Fecha de ensayo:**	09/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**	**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:** P-2

PROFUNDIDAD 1.2 - 1.8

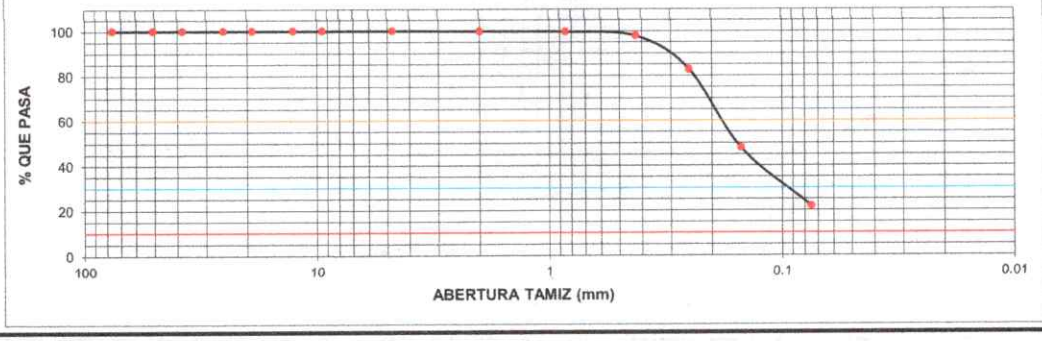
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0
N 4	0.0	0.0	0.0	100.0
N 10	0.5	0.2	0.2	99.8
N 20	0.8	0.3	0.4	99.6
N 40	5.9	1.9	2.3	97.7
N 60	46.9	14.9	17.2	82.8
N 100	110.0	35.0	52.2	47.8
N 200	81.8	26.0	78.2	21.8
FONDO	68.6	21.8	100.0	0.0
TOTAL	314.5			

Wrec + Wsec (g)	414.5
Wrec (g)	100.0
Wsec (g)	314.5
Error %	0.0

GRAVA (%)	0.0
ARENA (%)	78.2
FINOS (%)	21.8

D10	0.040
D30	0.10
D60	0.18
Cc	1.32
Cu	4.64

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172222	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento de la vía terciaria, acceso a la vereda Unión Alto de Satoca			**Fecha de toma:**	24/03/2024
Localización:	Saravena, Arauca			**Fecha de ensayo:**	01/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	P-1

Profundidad 0.4 - 0.8 (gradación muestra > 10 kg)

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	1766.7	14.1	14.1	85.9
1 - 1/2"	798.0	6.4	20.5	79.5
1"	886.4	7.1	27.6	72.4
3/4"	974.7	7.8	35.4	64.6
1/2"	1078.8	8.6	44.1	55.9
3/8"	618.1	4.9	49.0	51.0
N 4	1223.9	9.8	58.8	41.2
N 10	887.7	7.1	65.9	34.1
N 20	499.2	4.0	69.9	30.1
N 40	860.9	6.9	76.8	23.2
N 60	1469.8	11.8	88.6	11.4
N 100	925.1	7.4	96.0	4.0
N 200	374.8	3.0	99.0	1.0
FONDO	116.7	0.9	99.9	0.1
TOTAL	12480.8			

Wrec + Wsec (g)	12994.0
Wrec (g)	504.0
Wsec (g)	12490.0
Error %	0.1

GRAVA (%)	58.8
ARENA (%)	40.2
FINOS (%)	1.0

D10	0.231
D30	0.85
D60	15.72
Cc	0.20
Cu	68.07

CURVA DE GRADACIÓN

OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Regimen Comun

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172222	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento de la vía terciaria, acceso a la vereda Unión Alto de Satoca			**Fecha de toma:**	24/03/2024
Localización:	Saravena, Arauca			**Fecha de ensayo:**	01/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	P-2

Profundidad 0.4 - 0.8 (gradación gradación muestra > 9.9 kg)

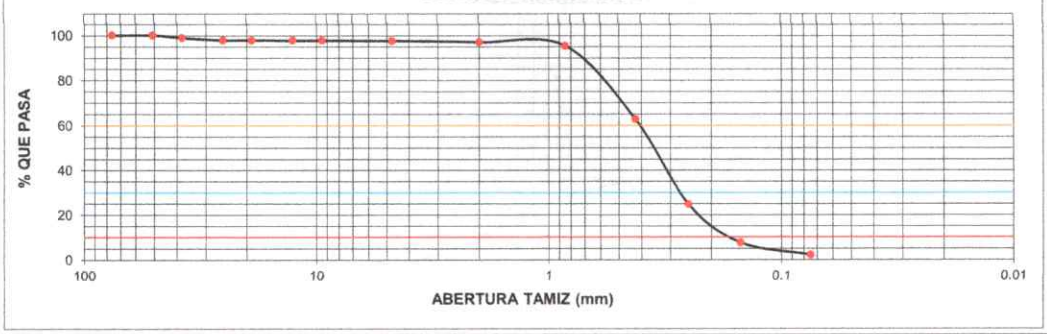
TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	0.0	0.0	0.0	100.0
1 - 1/2"	100.8	1.1	1.1	98.9
1"	101.9	1.1	2.1	97.9
3/4"	0.0	0.0	2.1	97.9
1/2"	15.6	0.2	2.3	97.7
3/8"	2.5	0.0	2.3	97.7
N 4	14.8	0.2	2.5	97.5
N 10	48.0	0.5	3.0	97.0
N 20	157.9	1.7	4.6	95.4
N 40	3113.9	32.5	37.2	62.8
N 60	3644.8	38.1	75.2	24.8
N 100	1638.2	17.1	92.4	7.6
N 200	526.5	5.5	97.9	2.1
FONDO	192.2	2.0	99.9	0.1
TOTAL	9557.1			

Wrec + Wsec (g)	9971.8
Wrec (g)	403.2
Wsec (g)	9568.6
Error %	0.1

GRAVA (%)	2.5
ARENA (%)	95.4
FINOS (%)	2.1

D10	0.164
D30	0.27
D60	0.41
Cc	1.11
Cu	2.51

CURVA DE GRADACIÓN



OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)
Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S.

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172222	INV E - 123 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca				
Proyecto:	Mejoramiento de la vía terciaria, acceso a la vereda Unión Alto de Satoca			**Fecha de toma:**	24/03/2024
Localización:	Saravena, Arauca			**Fecha de ensayo:**	01/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**	**Muestra / Sondeo:**	M-1

Profundidad 0.1 - 0.5 (gradación muestra > 10 kg)

TAMIZ	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
				100.0
3"	612.9	5.6	5.6	94.4
2"	1293.6	11.8	17.3	82.7
1 - 1/2"	525.5	4.8	22.1	77.9
1"	1223.9	11.1	33.2	66.8
3/4"	476.3	4.3	37.6	62.4
1/2"	593.3	5.4	43.0	57.0
3/8"	311.9	2.8	45.8	54.2
N 4	705.0	6.4	52.2	47.8
N 10	865.8	7.9	60.1	39.9
N 20	1131.1	10.3	70.4	29.6
N 40	1763.2	16.0	86.4	13.6
N 60	1034.0	9.4	95.8	4.2
N 100	339.0	3.1	98.9	1.1
N 200	82.9	0.8	99.7	0.3
FONDO	33.3	0.3	100.0	0.0
TOTAL	10991.7			

Wrec + Wsec (g)	11398.5
Wrec (g)	403.2
Wsec (g)	10995.3
Error %	0.0

GRAVA (%)	52.2
ARENA (%)	47.4
FINOS (%)	0.3

D10	0.330
D30	0.89
D60	16.23
Cc	0.15
Cu	49.16

CURVA DE GRADACIÓN

OBSERVACIONES:

REALIZÓ:

NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos

APROBÓ:

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Comun

SOLINTPRO SAS
Administración General

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (310) 214 5888 - Correo electrónico: henry.lopez@solintpro.com / administracion@solintpro.com

SOLINTPRO S.A.S

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: HUMEDAD DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 122 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca						
Proyecto:	Mejoramiento de la vía terciaria, acceso a la vereda Unión Alto de Satoca				**Fecha de toma:**		21/03/2024
Localización:	Saravena, Arauca - Ver plano con localizaciones				Fecha de ensayo:		27/03/2024
Coordenadas:	Norte:	--	Este:	--	**Sondeo:**	Apiques/Sondeos	

HUMEDADES (%)

Muestra	S-1	S-3	S-4	S-4	S-5	S-6	S-7	S-9
Profundidad (m)	1.1 - 1.2	1.2 - 1.65	0.2 - 0.6	0.8 - 1.0	0.7 - 1.15	0.85 - 1.2	1.3 - 1.5	0.7 - 1.05
Recipiente N°.	B2	B25	B20	B7	B00	B5	B4	B6
Wrec + Whum (g)	374.90	577.60	541.10	360.50	643.00	421.60	374.00	375.90
Wrec + Wsec (g)	369.50	554.50	509.30	347.60	620.30	416.70	371.20	368.30
Wrec (g)	136.70	61.40	68.20	133.90	59.40	131.50	135.00	138.00
Wagua (g)	5.40	23.10	31.80	12.90	22.70	4.90	2.80	7.60
Wsec (g)	232.80	493.10	441.10	213.70	560.90	285.20	236.20	230.30
ω (%)	**2.3**	**4.7**	**7.2**	**6.0**	**4.0**	**1.7**	**1.2**	**3.3**

HUMEDADES (%)

Muestra	S-10	S-11	S-12	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16
Profundidad (m)	0.8 - 1.25	1.0 - 1.45	0.1 - 0.4	0.4 - 0.7	1.3 - 1.75	1.35 - 1.5	0.9 - 1.1	0.9 - 1.35
Recipiente N°.	B24	B3	B21	A9	B23	B12	B8	C5
Wrec + Whum (g)	704.30	541.60	557.60	977.40	647.90	501.70	502.80	628.50
Wrec + Wsec (g)	685.60	520.50	533.00	947.20	632.40	476.90	496.00	620.80
Wrec (g)	59.20	133.90	62.90	112.50	61.70	121.30	126.00	82.70
Wagua (g)	18.70	21.10	24.60	30.20	15.50	24.80	6.80	7.70
Wsec (g)	626.40	386.60	470.10	834.70	570.70	355.60	370.00	538.10
ω (%)	**3.0**	**5.5**	**5.2**	**3.6**	**2.7**	**7.0**	**1.8**	**1.4**

OBSERVACIONES:

REALIZÓ:	APROBÓ
NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO	SOLINTPRO SAS
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos	Administración General

SOLINTPRO S.A.S. SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES Nit: 900432968-2 Régimen Común

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (320) 848 8764 - Correo electrónico: solintprosas@gmail.com

30

SOLINTPRO S.A.S

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: HUMEDAD DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 122 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca						
Proyecto:	Mejoramiento de la vía terciaria, acceso a la vereda Unión Alto de Satoca				**Fecha de toma:**		22/03/2024
Localización:	Saravena, Arauca - Ver plano con localizaciones				Fecha de ensayo:		27/03/2024
Coordenadas:	Norte:	--	Este:	--	**Sondeo:**	Apiques/Sondeos	

HUMEDADES (%)

Muestra	S-17	S-18	S-19	S-20	S-21			
Profundidad (m)	0.9 - 1.35	0.9 - 1.25	0.9 - 1.35	1.0 - 1.25	1.2 - 1.4			
Recipiente N°.	C3	C2	C1	C4	C6			
Wrec + Whum (g)	435.50	550.10	575.90	396.80	360.60			
Wrec + Wsec (g)	403.70	533.20	527.90	389.20	346.90			
Wrec (g)	86.10	80.30	81.60	82.40	81.20			
Wagua (g)	31.80	16.90	48.00	7.60	13.70			
Wsec (g)	317.60	452.90	446.30	306.80	265.70			
ω (%)	**10.0**	**3.7**	**10.8**	**2.5**	**5.2**			

HUMEDADES (%)

Muestra								
Profundidad (m)								
Recipiente N°.								
Wrec + Whum (g)								
Wrec + Wsec (g)								
Wrec (g)								
Wagua (g)								
Wsec (g)								
ω (%)								

OBSERVACIONES:

REALIZÓ:	APROBÓ:
NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO	SOLINTPRO SAS
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos	Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (320) 848 8764 - Correo electrónico: solintprosas@gmail.com

1586

SOLINTPRO S.A.S

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: HUMEDAD DE SUELO, ROCA Y MEZCLAS DE SUELO-AGREGADO

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172325	INV E - 122 -13

Cliente:	Alcaldía de Saravena, Arauca					
Proyecto:	Mejoramiento de la vía terciaria, acceso a la vereda Unión Alto de Satoca				**Fecha de toma:**	23/03/2024
Localización:	Saravena, Arauca - Ver plano con localizaciones				Fecha de ensayo:	27/03/2024
Coordenadas:	Norte:	--	Este:	--	**Sondeo:**	Muros - Puente

HUMEDADES (%) MUROS

Muestra	M-1	M-1	M-2	M-2	M-3	M-3		
Profundidad (m)	1.0 - 1.5	2.0 - 2.5	0.6 - 1.0	1.0 - 1.25	0.5 - 1.1	1.4 - 2.0		
Recipiente N°.	B22	B10	B1	B11	B9	A8		
Wrec + Whum (g)	300.80	539.70	355.30	378.60	382.40	722.00		
Wrec + Wsec (g)	284.60	526.10	349.60	374.60	370.80	655.50		
Wrec (g)	69.10	127.60	135.10	139.00	133.50	100.60		
Wagua (g)	16.20	13.60	5.70	4.00	11.60	66.50		
Wsec (g)	215.50	398.50	214.50	235.60	237.30	554.90		
ω (%)	**7.5**	**3.4**	**2.7**	**1.7**	**4.9**	**12.0**		

HUMEDADES (%) PUENTE

Muestra	P-1	P-2	P-2	P2				
Profundidad (m)	0.5 - 0.8	0.6 - 1.2	1.2 - 1.8	1.8 - 2.4				
Recipiente N°.	A10	A7	A4	B10				
Wrec + Whum (g)	728.10	649.70	431.10	539.70				
Wrec + Wsec (g)	674.20	629.00	414.50	526.10				
Wrec (g)	63.30	102.30	100.00	127.60				
Wagua (g)	53.90	20.70	16.60	13.60				
Wsec (g)	610.90	526.70	314.50	398.50				
ω (%)	**8.8**	**3.9**	**5.3**	**3.4**				

OBSERVACIONES:

REALIZÓ:	APROBÓ
NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO	SOLINTPRO SAS
ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos	Administración General

SOLINTPRO S.A.S. SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES Nit: 900432968-2 Régimen Común

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

Celular: (320) 899 3439 / (320) 848 8764 - Correo electrónico: solintprosas@gmail.com

SOLINTPRO S.A.S

SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES

SOLINTPRO S.A.S.

ENSAYO: LÍMITES DE CONSISTENCIA (LÍQUIDO Y PLÁSTICO)

Código: SIP - 01	Proyecto N°	Norma
01/10/2017	E01172222	INV E - 125 -13 y 126 -13

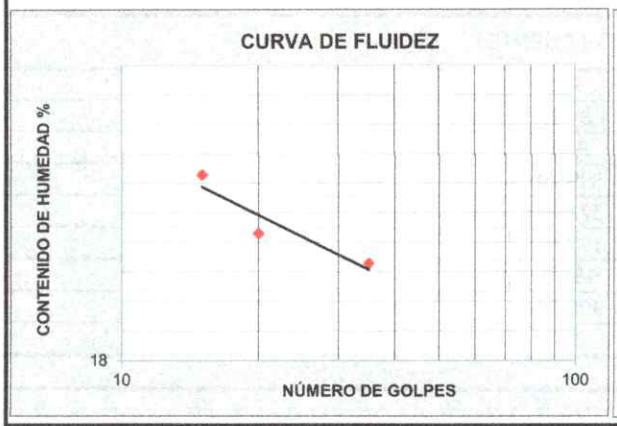
Cliente:						
Proyecto:					**Fecha de toma:**	/02/2024
Localización:					**Fecha de ensayo:**	10/04/2024
Coordenadas:	**Latitud:**		**Longitud:**		**Muestra / Sondeo:**	M1 / LADERA

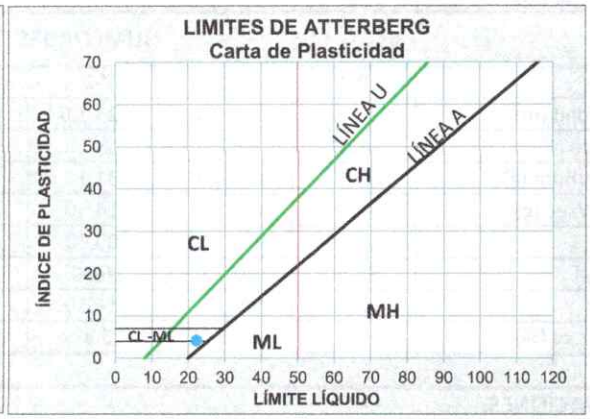
MUESTRA 1 PROFUNDIDAD 1.0-1.5

LIMITE LÍQUIDO				LIMITE PLÁSTICO		
Número de golpes	35	20	15	Recipiente N°.	F17	F32
Recipiente N°.	E11	E12	E21	Wrec + Whum (g)	14.87	15.29
Wrec + Whum (g)	28.97	26.95	24.91	Wrec + Wsec (g)	13.73	14.07
Wrec + Wsec (g)	26.22	24.41	22.47	Wrec (g)	7.34	7.36
Wrec (g)	13.30	13.02	12.42	Wsec (g)	6.39	6.71
Wsec (g)	12.92	11.39	10.05	**% Humedad (ω)**	**17.8**	**18.2**
% Humedad (ω)	**21.3**	**22.3**	**24.3**			

LIMITE LÍQUIDO (LL) %	**22.2**
LIMITE PLÁSTICO (LP) %	**18.0**
ÍND. DE PLASTICIDAD (IP) %	**4**
COEF. DE CORRELACIÓN	**-0.9335**
% HUMEDAD DEL SUELO	6.0

CLASIFICACIÓN U.S.C.S	**M L**
ÍNDICE DE LÍQUIDEZ	**-2.88**
ÍNDICE DE CONSISTENCIA	**3.88**
ÍNDICE DE FLUJO	**8.14**





OBSERVACIONES:

REALIZÓ:	APROBÓ:
NELSON RENÉ LÓPEZ PATIÑO ING. Geólogo, Esp. Geotecnia Vial y Pavimentos	SOLINTPRO SAS Administración General

SOLINTPRO S.A.S.
SOLUCIONES INTEGRALES PROFESIONALES
Nit: 900432968-2
Régimen Común

SOLINTPRO S.A.S.

Carrera 20 N° 11 Bis 11 # 301 - Sogamoso, Boyacá (COL)

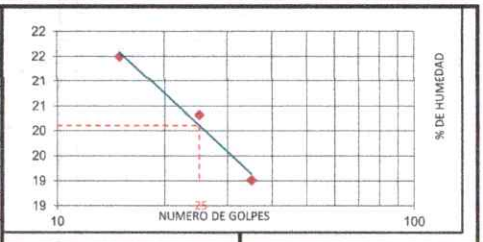
Celular: (320) 899 3439 / (320) 8488764 - Correo electrónico: helopa2003@gmail.com / nellop82@gmail.com

1587

RAPITEST INGENIERIA	RAPITEST INGENIERIA LTDA NIT.830.052.363-2	CODIGO	FO-LAB-020
	ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG - GRANULOMETRIA INV E - 123-13	VERSION	0 0 1
		PAGINA	1 DE 1

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VIA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SATOCA-PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA.			
SECTOR:	K3+135	SONDEO Nº:	M-1	
ORDENADO POR:	ALCALDIA DE SARAVENA	MUESTRA Nº:	1	
FECHA DE TOMA:	1/04/2024	APIQUE	Talud expuesto / Material pasa No. 40	
FECHA DE EJECUCION	2/04/2024	Profundidad	0,50 - 1,00	m
DESCRIPCION MATERIAL:	Arena limosa (SM) de grano fino, marrón amarillento			

PESOS	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		Wn
# RECIP	89	100	26	210	210	0
W RECIP (g)	6.62	6.73	6.65	6.67	6.67	0
W HUMEDO (g)	18.49	18.93	18.67	17.00	17.00	100
W SECO (g)	16.39	16.87	16.75	15.40	15.40	80.0
W AGUA (g)	2.10	2.06	1.92	1.60	1.60	20.00
W SUELO (g)	9.77	10.14	10.10	8.73	8.73	80.0
# GOLPES	15	25	35			
% HUMEDAD	21.5	20.3	19.0	18.3	18.3	25.0



GRANULOMETRIA

Tamiz	Diamet (mm)	Peso Ret.do	% Retenido	%Total pasa	-----
3"	76.10				
21/2"	63.00				
2"	50.40				
11/2"	38.10				
1"	25.40				
3/4"	19.00				
1/2"	12.70				
3/8"	9.51			100.00	
4	4.75	1.00	1.25	98.75	
10	2.00	1.00	1.25	97.50	
40	0.43	1.00	1.25	96.25	
200	0.075	1.00	1.25	95.00	
FONDO		76.0	95.00	0.00	

RESULTADOS

LIMITES DE ATTERBERG

Límite liquido	**20.1**	%
Límite plástico	**18.3**	%
Índice plasticidad	**1.8**	%
Índice liquidez		
Ind. consistencia		
Consistencia		

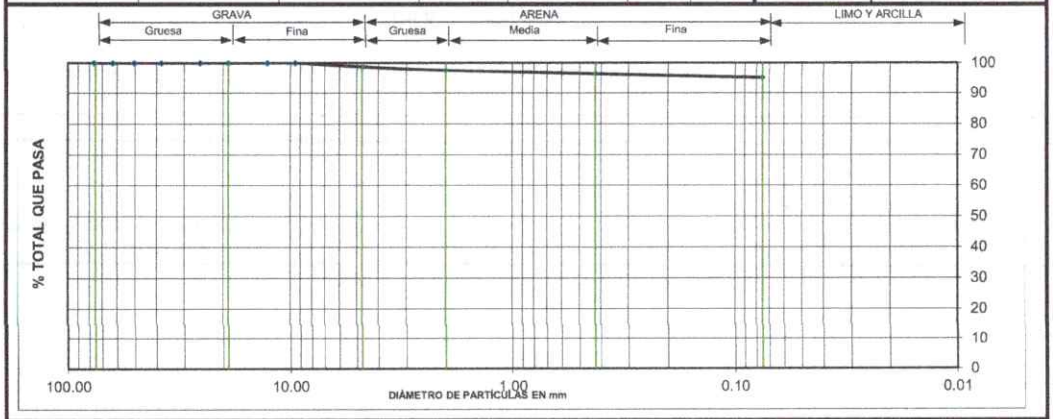
GRANULOMETRÍA

P1(gr): 80.0 P2(gr): 4.00

D_{60} = ____ D_{30} = ____ Cu = ____ D_{10} = ____ Cc = ____

CLASIFICACIÓN

U.S.C	**ML**
AASTHO	**A-4**



Elaboró: _____ Laboratorista

Aprobó: _____ Ing. Ana Cecilia Santos, Control de calidad

Cra 28 No 2A - 08 Telefáx. 7750630 - 3158468211 Sogamoso e-mail: acs.rapitest@gmail.com

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-03	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	17
Diámetro (cm)	152.4
Altura (mm)	116.0
Peso (gr)	9300
No. Capas	-
No. Golpes/Capa	-

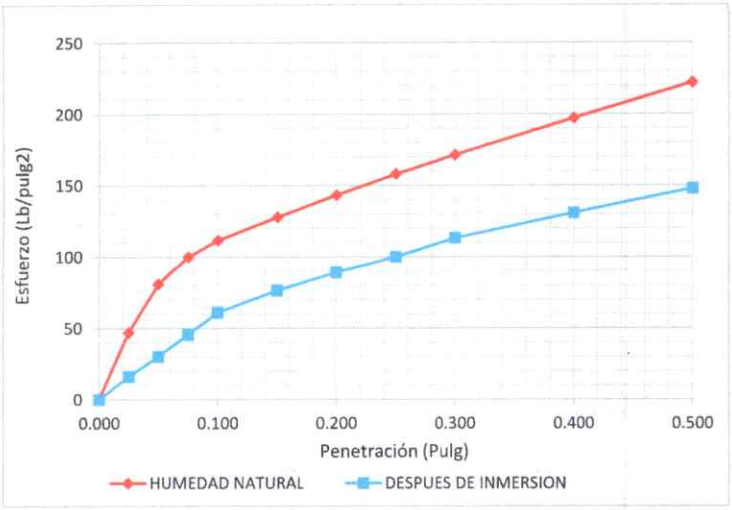
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**	**DESPUES DE SUMERG**
P. Húm.+ Molde	12731	13220
Peso Húmedo (gr)	3431	3920
Vol. Molde (cc)	2116	2116
Densidad H(gr/cc)	1.621	1.853
Tara No.	7	
Peso Tara (gr)	7.49	
P.Húmedo + Tara	25.03	
Peso Seco + Tara	23.42	
Cont. Humedad	10.11	
Cont.Hum.Prom.	10.11	24.36
DENSIDAD SECA	1.473	1.490

		ESTADO NATURAL			**LUEGO DE INMERSION**		
PENETRACION		**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	64	141	47.0	22	49	16.2
1.270	0.050	110	243	80.8	41	90	30.1
1.905	0.075	136	300	99.9	62	137	45.6
2.540	0.100	152	335	111.7	83	183	61.0
3.810	0.150	174	384	127.9	104	229	76.4
5.080	0.200	195	430	143.3	121	267	88.9
6.350	0.250	215	474	158.0	136	300	99.9
7.620	0.300	233	514	171.2	154	340	113.2
10.160	0.400	268	591	196.9	178	392	130.8
12.700	0.500	302	666	221.9	201	443	147.7
C.B.R. 0.1"		11.17			6.10		
C.B.R. 0.2"		9.55			5.93		
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	0.69
Lect. Expansión Día 1 (mm)	0.75
Lect. Expansión Día 2 (mm)	0.78
Lect. Expansión Día 3 (mm)	0.78
Lect. Expansión Día 4 (mm)	0.78
Expansión Total (%)	0.08

	(Lb)	**(gr)**
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

1588

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-07	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-4

COMPACTACIÓN CBR

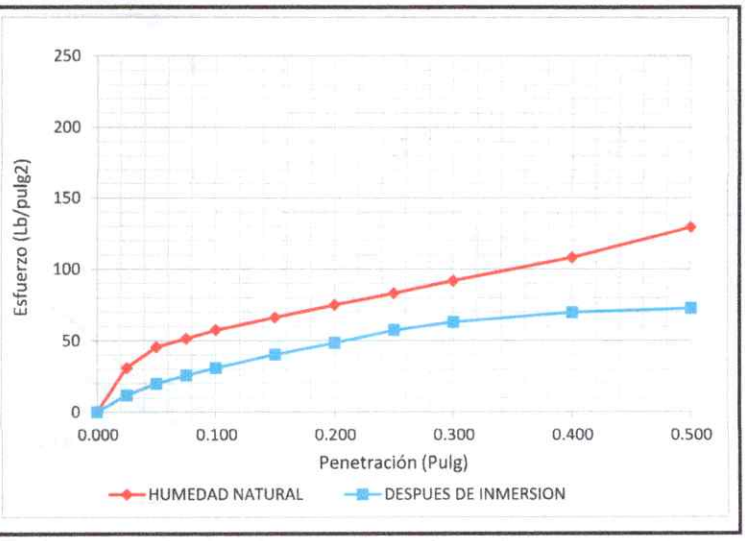
MOLDE	8										
Diámetro (mm)	152.3										
Altura (mm)	117.1										
Peso (gr)	9222										
No. Capas	-										
No. Golpes/Capa	-										
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**		**DESPUES DE SUMERG**								
P. Húm.+ Molde	12690		12960								
Peso Húmedo (gr)	3468		3738								
Vol. Molde (cc)	2135		2135								
Densidad H(gr/cc)	1.624		1.751								
Tara No.	1										
Peso Tara (gr)	7.36										
P.Húmedo + Tara	22.08										
Peso Seco + Tara	20.75										
Cont. Humedad	9.93										
Cont.Hum.Prom.	9.93		17.72								
DENSIDAD SECA	1.478		1.487								

		ESTADO NATURAL			LUEGO DE INMERSION		
PENETRACION		**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	42	93	30.9	16	35	11.8
1.270	0.050	62	137	45.6	27	60	19.8
1.905	0.075	70	154	51.4	35	77	25.7
2.540	0.100	78	172	57.3	42	93	30.9
3.810	0.150	90	198	66.1	55	121	40.4
5.080	0.200	102	225	75.0	66	146	48.5
6.350	0.250	113	249	83.0	78	172	57.3
7.620	0.300	125	276	91.9	86	190	63.2
10.160	0.400	147	324	108.0	95	209	69.8
12.700	0.500	176	388	129.3	99	218	72.8
C.B.R. 0.1"		5.73			3.09		
C.B.R. 0.2"		5.00			3.23		
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	0.39
Lect. Expansión Día 1 (mm)	0.49
Lect. Expansión Día 2 (mm)	0.52
Lect. Expansión Día 3 (mm)	0.52
Lect. Expansión Día 4 (mm)	0.52
Expansión Total (%)	0.11

	(Lb)	(gr)
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-11	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

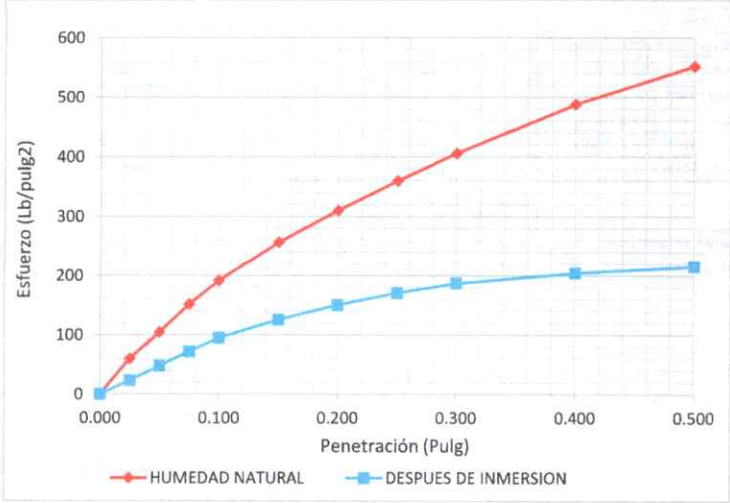
MOLDE	6	
Diámetro (cm)	152.3	
Altura (mm)	116.5	
Peso (gr)	8883	
No. Capas	-	
No. Golpes/Capa	-	
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**	**DESPUES DE SUMERG**
P. Húm.+ Molde	12709	13009
Peso Húmedo (gr)	3826	4126
Vol. Molde (cc)	2122	2122
Densidad H(gr/cc)	1.803	1.944
Tara No.	3	
Peso Tara (gr)	7.51	
P.Húmedo + Tara	20.44	
Peso Seco + Tara	19.51	
Cont. Humedad	7.75	
Cont.Hum.Prom.	7.75	15.59
DENSIDAD SECA	1.673	1.682

	ESTADO NATURAL			LUEGO DE INMERSION		
PENETRACION	**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	82	181	60.3	32	71	23.5
1.270	0.050	142	313	104.4	65	143	47.8
1.905	0.075	206	454	151.4	98	216	72.0
2.540	0.100	260	573	191.1	130	287	95.5
3.810	0.150	349	769	256.5	171	377	125.7
5.080	0.200	422	930	310.1	204	450	149.9
6.350	0.250	490	1,080	360.1	232	511	170.5
7.620	0.300	552	1,217	405.7	254	560	186.7
10.160	0.400	664	1,464	488.0	278	613	204.3
12.700	0.500	751	1,656	551.9	293	646	215.3
C.B.R. 0.1"			19.11			9.55	
C.B.R. 0.2"			20.67			9.99	
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	1.75
Lect. Expansión Día 1 (mm)	1.79
Lect. Expansión Día 2 (mm)	1.81
Lect. Expansión Día 3 (mm)	1.81
Lect. Expansión Día 4 (mm)	1.81
Expansión Total (%)	0.05

	(Lb)	(gr)
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

1589

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:** SM
	APIQUE:	A-12	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:** A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

MOLDE	19
Diámetro (cm)	151.7
Altura (mm)	116.0
Peso (gr)	8040
No. Capas	-
No. Golpes/Capa	-

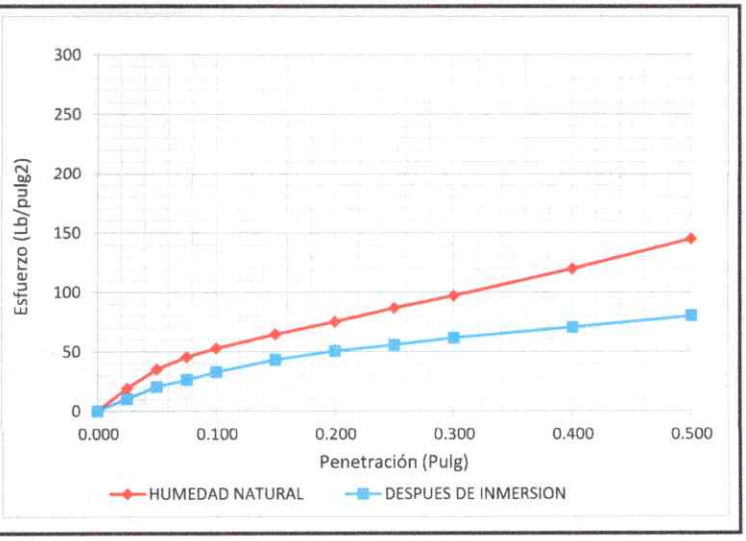
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**	**DESPUES DE SUMERG**
P. Húm.+ Molde	11629	12002
Peso Húmedo (gr)	3589	3962
Vol. Molde (cc)	2097	2097
Densidad H(gr/cc)	1.712	1.890
Tara No.	8	
Peso Tara (gr)	7.35	
P.Húmedo + Tara	21.16	
Peso Seco + Tara	20.16	
Cont. Humedad	7.81	
Cont.Hum.Prom.	7.81	18.20
DENSIDAD SECA	1.588	1.599

		ESTADO NATURAL			**LUEGO DE INMERSION**		
PENETRACION		**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	26	57	19.1	14	31	10.3
1.270	0.050	48	106	35.3	28	62	20.6
1.905	0.075	62	137	45.6	36	79	26.5
2.540	0.100	72	159	52.9	45	99	33.1
3.810	0.150	88	194	64.7	59	130	43.4
5.080	0.200	102	225	75.0	69	152	50.7
6.350	0.250	118	260	86.7	76	168	55.9
7.620	0.300	132	291	97.0	84	185	61.7
10.160	0.400	163	359	119.8	96	212	70.5
12.700	0.500	197	434	144.8	109	240	80.1
C.B.R. 0.1"		5.29			3.31		
C.B.R. 0.2"		5.00			3.38		
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	1.41
Lect. Expansión Día 1 (mm)	1.52
Lect. Expansión Día 2 (mm)	1.55
Lect. Expansión Día 3 (mm)	1.55
Lect. Expansión Día 4 (mm)	1.55
Expansión Total (%)	**0.12**

	(Lb)	**(gr)**
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-13	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

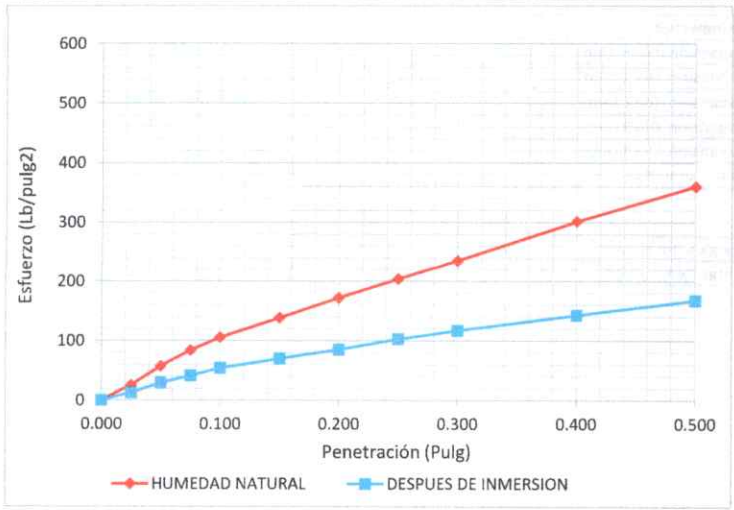
MOLDE	2	
Diámetro (cm)	152.0	
Altura (mm)	116.3	
Peso (gr)	8677	
No. Capas	-	
No. Golpes/Capa	-	
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**	**DESPUES DE SUMERG**
P. Húm.+ Molde	12208	12552
Peso Húmedo (gr)	3531	3875
Vol. Molde (cc)	2110	2110
Densidad H(gr/cc)	1.673	1.836
Tara No.	4	
Peso Tara (gr)	7.62	
P.Húmedo + Tara	26.28	
Peso Seco + Tara	24.04	
Cont. Humedad	13.64	
Cont.Hum.Prom.	13.64	23.38
DENSIDAD SECA	1.472	1.488

		ESTADO NATURAL			LUEGO DE INMERSION		
PENETRACION		**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	35	77	25.7	17	37	12.5
1.270	0.050	78	172	57.3	40	88	29.4
1.905	0.075	114	251	83.8	56	123	41.2
2.540	0.100	144	317	105.8	74	163	54.4
3.810	0.150	188	414	138.2	95	209	69.8
5.080	0.200	234	516	172.0	116	256	85.2
6.350	0.250	277	611	203.6	140	309	102.9
7.620	0.300	320	705	235.2	159	351	116.8
10.160	0.400	410	904	301.3	194	428	142.6
12.700	0.500	490	1,080	360.1	228	503	167.6
C.B.R. 0.1"		10.58			5.44		
C.B.R. 0.2"		11.46			5.68		
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	0.75
Lect. Expansión Día 1 (mm)	0.81
Lect. Expansión Día 2 (mm)	0.81
Lect. Expansión Día 3 (mm)	0.81
Lect. Expansión Día 4 (mm)	0.81
Expansión Total (%)	0.05

	(Lb)	(gr)
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

1590

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-14	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

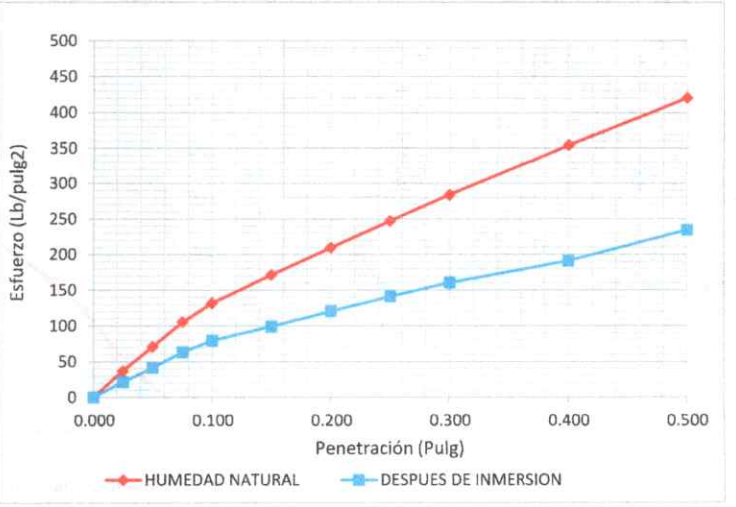
MOLDE	12											
Diámetro (cm)	151.7											
Altura (mm)	116.0											
Peso (gr)	9458											
No. Capas	-											
No. Golpes/Capa	-											
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**		**DESPUES DE SUMERG**									
P. Húm.+ Molde	13424		13515									
Peso Húmedo (gr)	3966		4057									
Vol. Molde (cc)	2097		2097									
Densidad H(gr/cc)	1.892		1.935									
Tara No.	6											
Peso Tara (gr)	7.46											
P.Húmedo + Tara	24.02											
Peso Seco + Tara	21.94											
Cont. Humedad	14.36											
Cont.Hum.Prom.	14.36		16.66									
DENSIDAD SECA	1.654		1.659									

		ESTADO NATURAL			LUEGO DE INMERSION		
PENETRACION		**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	50	110	36.7	29	64	21.3
1.270	0.050	96	212	70.5	56	123	41.2
1.905	0.075	143	315	105.1	86	190	63.2
2.540	0.100	179	395	131.5	108	238	79.4
3.810	0.150	233	514	171.2	135	298	99.2
5.080	0.200	285	628	209.4	164	362	120.5
6.350	0.250	336	741	246.9	192	423	141.1
7.620	0.300	386	851	283.7	218	481	160.2
10.160	0.400	482	1,063	354.2	260	573	191.1
12.700	0.500	572	1,261	420.3	319	703	234.4
C.B.R. 0.1"		13.15			7.94		
C.B.R. 0.2"		13.96			8.03		
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	1.11
Lect. Expansión Día 1 (mm)	1.20
Lect. Expansión Día 2 (mm)	1.20
Lect. Expansión Día 3 (mm)	1.20
Lect. Expansión Día 4 (mm)	1.20
Expansión Total (%)	**0.08**

	(Lb)	**(gr)**
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR NARANJA						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-18	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

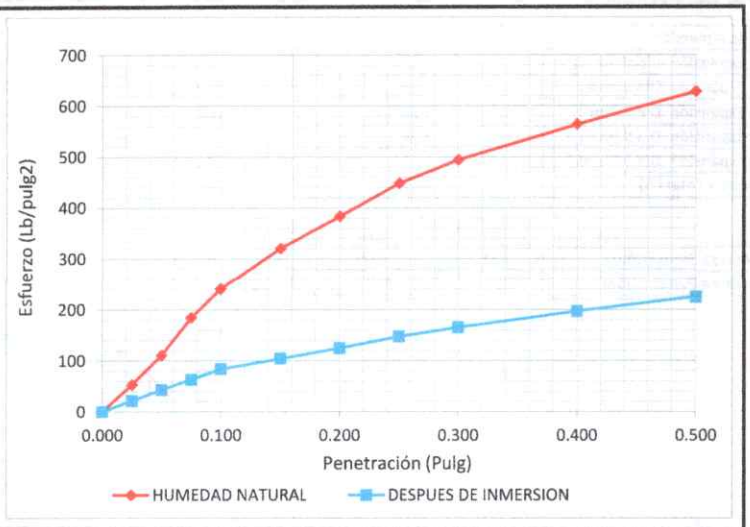
MOLDE	16	
Diámetro (cm)	151.7	
Altura (mm)	116.0	
Peso (gr)	9167	
No. Capas	-	
No. Golpes/Capa	-	
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**	**DESPUES DE SUMERG**
P. Húm.+ Molde	13134	13273
Peso Húmedo (gr)	3967	4106
Vol. Molde (cc)	2097	2097
Densidad H(gr/cc)	1.892	1.958
Tara No.	11	
Peso Tara (gr)	7.28	
P.Húmedo + Tara	22.30	
Peso Seco + Tara	20.6	
Cont. Humedad	12.76	
Cont.Hum.Prom.	12.76	16.27
DENSIDAD SECA	1.678	1.684

	ESTADO NATURAL			LUEGO DE INMERSION		
PENETRACION	**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg	Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000	0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025	72	159	52.9	30	66	22.0
1.270	0.050	151	333	111.0	59	130	43.4
1.905	0.075	251	553	184.5	86	190	63.2
2.540	0.100	328	723	241.0	114	251	83.8
3.810	0.150	437	963	321.1	142	313	104.4
5.080	0.200	522	1,151	383.6	170	375	124.9
6.350	0.250	610	1,345	448.3	201	443	147.7
7.620	0.300	672	1,482	493.8	225	496	165.3
10.160	0.400	767	1,691	563.6	268	591	196.9
12.700	0.500	854	1,883	627.6	306	675	224.9
C.B.R. 0.1"		24.10			8.38		
C.B.R. 0.2"		25.57			8.33		
C.B.R. 0.1" Corregido							
C.B.R. 0.2" Corregido							

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	1.54
Lect. Expansión Día 1 (mm)	1.63
Lect. Expansión Día 2 (mm)	1.66
Lect. Expansión Día 3 (mm)	1.66
Lect. Expansión Día 4 (mm)	1.66
Expansión Total (%)	**0.10**

	(Lb)	(gr)
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

ENSAYO CBR TIPO INALTERADO

PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA				
SOLICITADO POR:	MUNICIPIO DE SARAVENA			**CONTRATO No.:**	-
NORMA ASOCIADA:	INVIAS E-148-13	**EQUIPO UTILIZADO:**	MOLDE PARA CBR - PRENSA MARSHALL	**FECHA:**	MARZO DE 2024

DESCRIPCION DEL MATERIAL:	ARENA LIMOSA DE GRANULOMETRÍA FINA COLOR AMARILLO						**LL:**	-	**USC:**	SM
	APIQUE:	A-21	**MUESTRA:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	0.40	**IP:**	-	**AASHTO:**	A-2-4

COMPACTACIÓN CBR

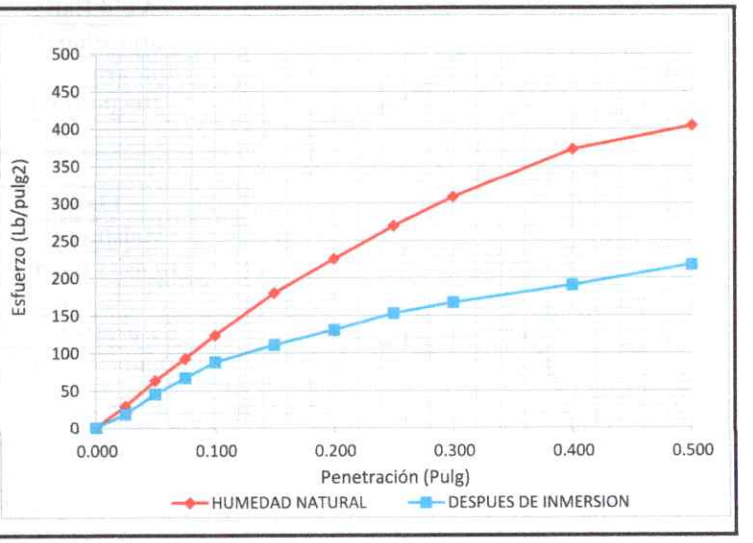
MOLDE	4	
Diámetro (cm)	152.2	
Altura (mm)	116.4	
Peso (gr)	8888	
No. Capas	-	
No. Golpes/Capa	-	
Cond. Muestra	**ANTES DE SUMERGIR**	**DESPUES DE SUMERG**
P. Húm.+ Molde	12369	12653
Peso Húmedo (gr)	3481	3765
Vol. Molde (cc)	2118	2118
Densidad H(gr/cc)	1.644	1.778
Tara No.	10	
Peso Tara (gr)	7.54	
P.Húmedo + Tara	20.18	
Peso Seco + Tara	18.80	
Cont. Humedad	12.26	
Cont.Hum.Prom.	12.26	20.41
DENSIDAD SECA	1.464	1.476

			ESTADO NATURAL			LUEGO DE INMERSION		
PENETRACION			**CARGA**		**ESFUERZO**	**CARGA**		**ESFUERZO**
mm	pulg		Kg	Lb	Lb/pulg2	Kg	Lb	Lb/pulg2
0	0.000		0	0	0.0	0	0	0.0
0.635	0.025		40	88	29.4	26	57	19.1
1.270	0.050		86	190	63.2	62	137	45.6
1.905	0.075		126	278	92.6	91	201	66.9
2.540	0.100		168	370	123.5	120	265	88.2
3.810	0.150		245	540	180.0	151	333	111.0
5.080	0.200		307	677	225.6	178	392	130.8
6.350	0.250		367	809	269.7	208	459	152.9
7.620	0.300		420	926	308.6	228	503	167.6
10.160	0.400		507	1,118	372.6	259	571	190.3
12.700	0.500		550	1,213	404.2	296	653	217.5
C.B.R. 0.1"			12.35			8.82		
C.B.R. 0.2"			15.04			8.72		
C.B.R. 0.1" Corregido								
C.B.R. 0.2" Corregido								

INMERSIÓN

Dias de inmersión	4
Lect. Expansión Inicial (mm)	1.35
Lect. Expansión Día 1 (mm)	1.42
Lect. Expansión Día 2 (mm)	1.42
Lect. Expansión Día 3 (mm)	1.42
Lect. Expansión Día 4 (mm)	1.42
Expansión Total (%)	0.06

	(Lb)	(gr)
Sobrecarga Saturación:	12.58	5706
Sobrecarga Penetración:	9.98	4529



Enderson Cacua
ENDERSON JADIR CACUA RICO
Laboratorista

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
M.P. 5420272031 NTS

Direct Shear Test

Date 12/4/24

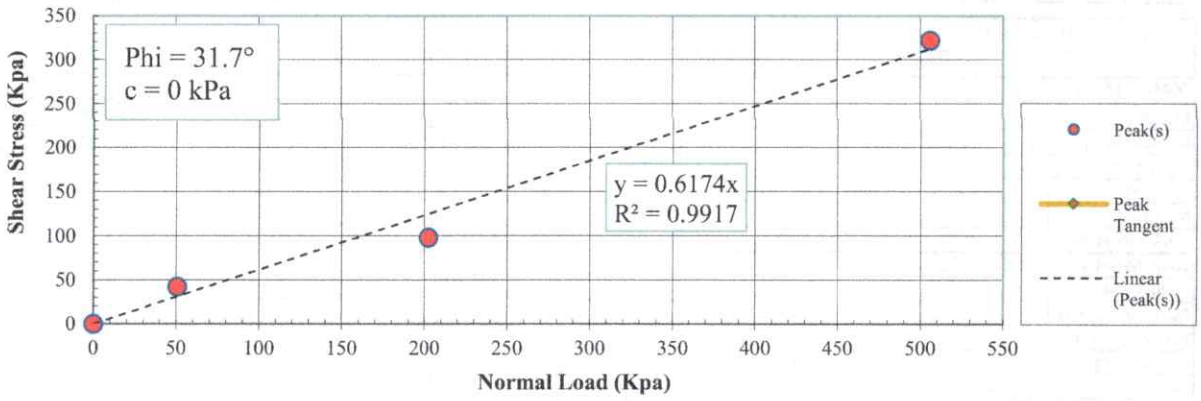
Checked By JEGR

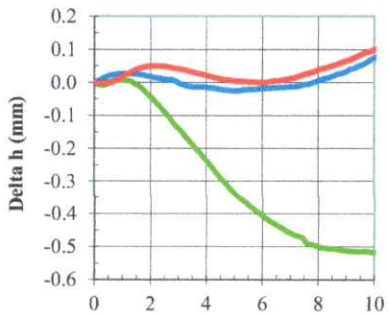
Date

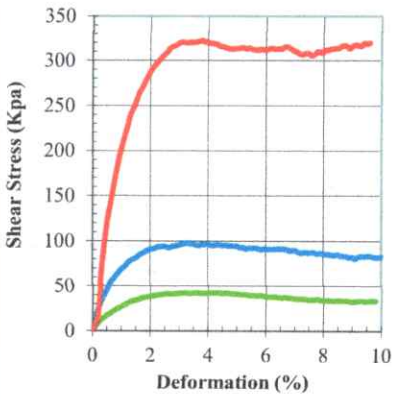
Date 4/4/2024

Date

Tested By Jaider







Initial	Specimen A	B	C	D
Moisture (%)	9.99	8.68	8.68	
Density (g/cm3)	1.59	1.63	1.65	
Void Ratio	0.663	0.625	0.611	
Saturation (%)	39.91	36.82	37.68	
Diameter (mm)	49.70	49.70	49.70	
Height (mm)	26.50	26.20	26.00	

Final	A	B	C	D
Moisture (%)	21.25	20.50	20.62	
Density (g/cm3)	1.64	1.64	1.66	
Void Ratio	0.615	0.618	0.592	
Saturation (%)	89.27	99.32	99.34	
Diameter (mm)	49.70	49.70	49.70	
Height (mm)	26.76	25.05	25.32	
Normal Stress (Kpa)	50.6	202.4	506.0	
Peak Stress (Kpa)	42.6	97.9	322.1	
Residual Stress (Kpa)				
Strain (%)	10.0	10.0	10.0	
Rate (mm/min)	0,497	0,497	0,497	

Project Date	
Date	04/04/2024

Project:	MEJORAMIENTO VIA TERCIARIA ACCESO A LA VEREDA UNION ALTO DE SAC				
Location:	MURO 1	N/A	N/A	N/A	N/A
Project Number:					
Boring Number	M-1 CIMENTACIÓN				
Sample Number:	M1				
Depth:	0,2 - 0,5				
Sample Type:	Remolded	Failure Photographs			
Description:	MATRIZ DE ARENA SUELTA EMBEBIDA EN CANTOS DE RIO				
Test Type:	Direct Shear				
Remarks:					

1592

Direct Shear Test

Date 12/4/24

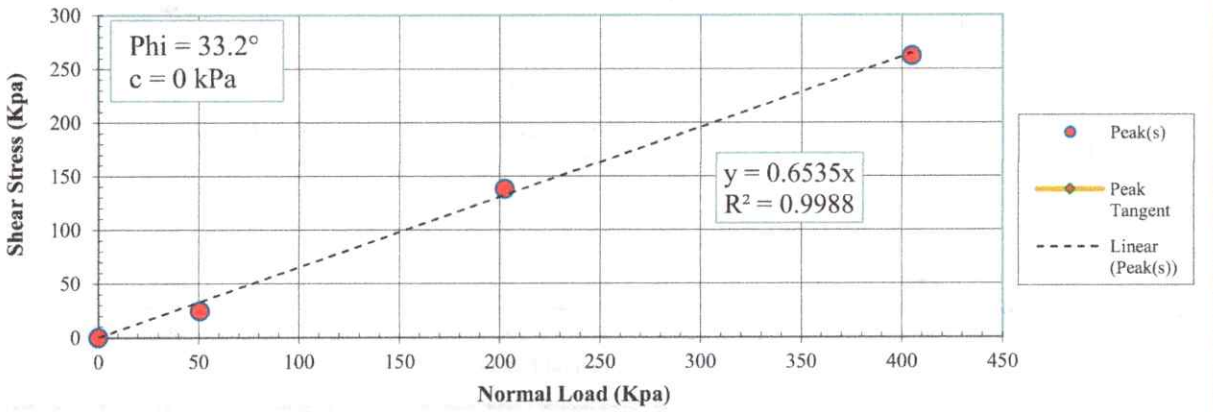
Checked By JEGR

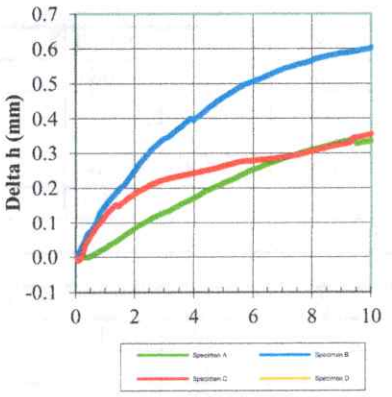
Date

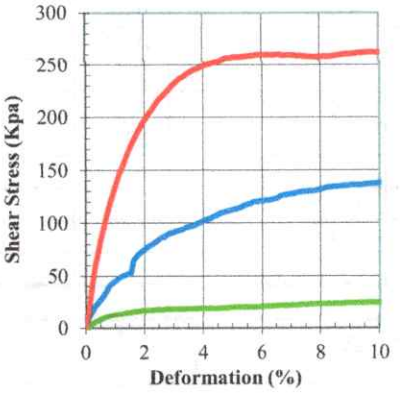
Date 6/4/2024

Date

Tested By Jaider







Initial	Specimen A	B	C	D
Moisture (%)	9.83	9.80	19.80	
Density (g/cm3)	1.67	1.61	1.62	
Void Ratio	0.584	0.647	0.638	
Saturation (%)	44.58	40.13	82.22	
Diameter (mm)	49.700	49.700	49.700	
Height (mm)	25.000	26.000	25.800	

Final	A	B	C	D
Moisture (%)	18.70	18.00	20.00	
Density (g/cm3)	1.57	1.55	1.73	
Void Ratio	0.685	0.705	0.532	
Saturation (%)	72.32	67.68	99.55	
Diameter (mm)	49.700	49.700	49.700	
Height (mm)	24.606	25.039	24.094	
Normal Stress (Kpa)	50.6	202.4	404.8	
Peak Stress (Kpa)	24.9	138.3	262.6	
Residual Stress (Kpa)				
Strain (%)	10.001	10.388	9.799	
Rate (mm/min)	0,08333	0,083	0,083	

Project Date	
Date	05/05/2024

Project:	MEJORAMIENTO VIA TERCIARIA ALTO DE SACOTA SARAVENA ARAUCA - MU				
Location:	Saravena, Arauca	N/A	N/A	N/A	N/A
Project Number:					
Boring Number	M-1 LADERA				
Sample Number:					
Depth:	1,0 - 1,5				
Sample Type:	Remolded	Failure Photographs			
Description:	Arena limosa, color marrón				
Test Type:	Direct Shear				
Remarks:					

Direct Shear Test

Date 12/4/24

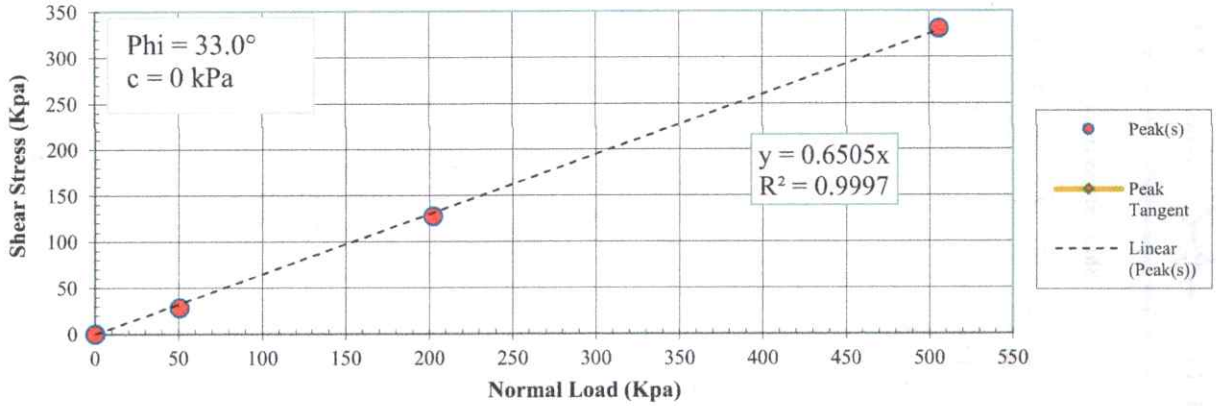
Checked By JEGR

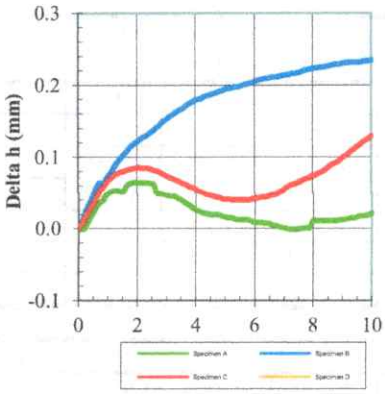
Date

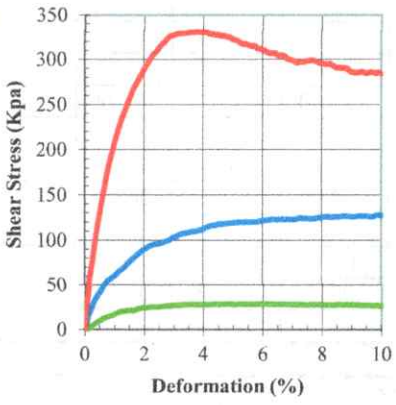
Date 4/4/2024

Date

Tested By Jaider







Initial	Specimen A	B	C	D
Moisture (%)	8.82	8.82	8.82	
Density (g/cm3)	1.68	1.83	1.68	
Void Ratio	0.577	0.577	0.577	
Saturation (%)	40.51	40.51	40.51	
Diameter (mm)	49.700	49.700	49.700	
Height (mm)	25.400	25.400	25.400	

Final	A	B	C	D
Moisture (%)	20.00	17.80	18.10	
Density (g/cm3)	1.70	1.69	1.75	
Void Ratio	0.558	0.569	0.511	
Saturation (%)	95.04	82.90	93.81	
Diameter (mm)	49.700	49.700	49.700	
Height (mm)	25.211	25.394	24.461	
Normal Stress (Kpa)	50.6	202.4	506.0	
Peak Stress (Kpa)	28.6	127.7	331.1	
Residual Stress (Kpa)				
Strain (%)	4.922	9.906	10.003	
Rate (mm/min)	0,497	0,497	0,497	

Project Date	
Date	04/04/2024

Project:	MEJORAMIENTO VIA TERCIARIA ALTO DE SACOTA SARAVENA ARAUCA - PUE				
Location:	PUENTE P-1	N/A	N/A	N/A	N/A
Project Number:					
Boring Number	P-1				
Sample Number:	P-1				
Depth:	0,2 - 0,8				
Sample Type:	Remolded	Failure Photographs			
Description:	Matriz de arenas mal gradadas, de grano fino a medio, color marrón rojizo				
Test Type:	Direct Shear				
Remarks:					

1593

Direct Shear Test

Date 12/4/24

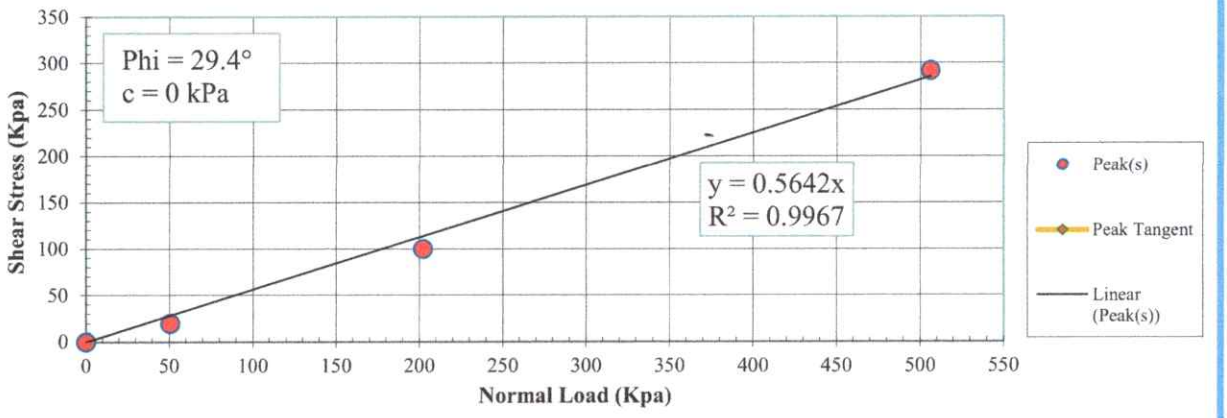
Checked By JEGR

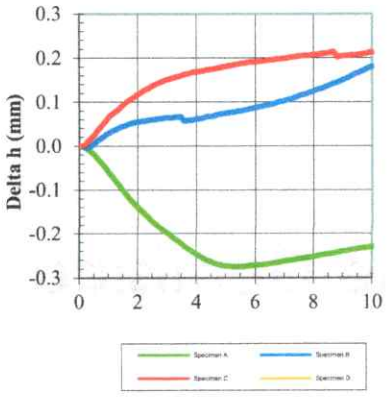
Date

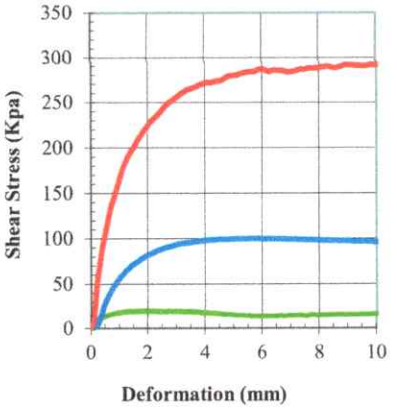
Date 4/4/2024

Date

Tested By Jaider







Initial	Specimen A	B	C	D
Moisture (%)	5.24	5.24	5.24	
Density (g/cm3)	1.54	1.41	1.48	
Void Ratio	0.724	0.785	0.785	
Saturation (%)	19.15	17.66	18.80	
Diameter (mm)	49.700	49.700	49.700	
Height (mm)	25.500	26.400	25.700	

D F H

Final	A	B	C	D
Moisture (%)	33.09	29.87	23.07	
Density (g/cm3)	1.41	1.48	1.54	
Void Ratio	0.874	0.793	0.720	
Saturation (%)	100.33	99.80	84.92	
Diameter (mm)	49.700	49.700	49.700	
Height (mm)	25.335	25.810	25.090	
Normal Stress (Kpa)	50.6	202.4	506.0	
Peak Stress (Kpa)	20.0	100.2	292.0	
Residual Stress (Kpa)				
Strain (%)	10.007	10.003	10.001	
Rate (mm/min)	0,497	0,497	0,497	

Project Date	
Date	05/04/2024

Project:	MEJORAMIENTO VIA TERCIARIA ALTO DE SACOTA SARAVENA ARAUCA - PUE				
Location:	PUENTE P-2	N/A	N/A	N/A	N/A
Project Number:					
Boring Number	P-1				
Sample Number:	P-2				
Depth:	0,2 - 0,8				
Sample Type:	Remolded	Failure Photographs			
Description:	Matriz de arena mal gradada, color marrón rojizo				
Test Type:	Direct Shear				
Remarks:					

ANEXO C

Resultados del Estudio de Geofísica

1594

REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D

EST-GEOF-001-24
BOGOTÁ COLOMBIA

PROYECTO
MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D
LISTA DE DISTRIBUCIÓN

DESTINATARIO	**No. DE COPIAS**
CLIENTE: Municipio de Saravena, Arauca	1
Centro de Documentación	1

ÍNDICE DE MODIFICACIONES

ÍNDICE DE REVISIÓN	CAPÍTULO MODIFICADO	FECHA DE MODIFICACIÓN	OBSERVACIONES
0	-		Documento original
1		03/04/2024	Clasificación de sitio ajustadas por velocidades Vs

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DEL DOCUMENTO:		REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D				
DOCUMENTO No.:		INF-GEOF-001-24				
APROBACIÓN	NÚMERO DE LA REVISIÓN		0	1	2	3
	ELABORÓ	FIRMA:				
		NOMBRE:	E. SERRANO	J. GRANADOS		
		Fecha:	1/04/2024	9/07/2024		

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de la medición de ondas S y P mediante Refracción Sísmica con Dispersión de ondas MASW 2D para el Proyecto "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA" es complementar la investigación realizada por métodos directos y ayudar en la clasificación de los suelos. Tres líneas de refracción sísmica fueron ejecutadas para el proyecto para la evaluación de los estribos del puente y la construcción de un muro de control de erosión. Las coordenadas de los puntos iniciales y finales de cada línea se muestran en la **Tabla 1** y las localizaciones en la **Figura 1**, **Figura 2** y **Figura 3**.

Tabla 1. Coordenadas de Refracción Sísmica MASW

ID	Coordenadas iniciales		Coordenadas finales	
Línea	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud
LRS-1	6.893376°	--71.919053°	6.893629°	-71.919819°
LRS-2	6.893389°	-71.918765°	6.893828°	-71.919318°
LRS-3	6.896581°	-71.907536°	6.896489°	-71.908436°

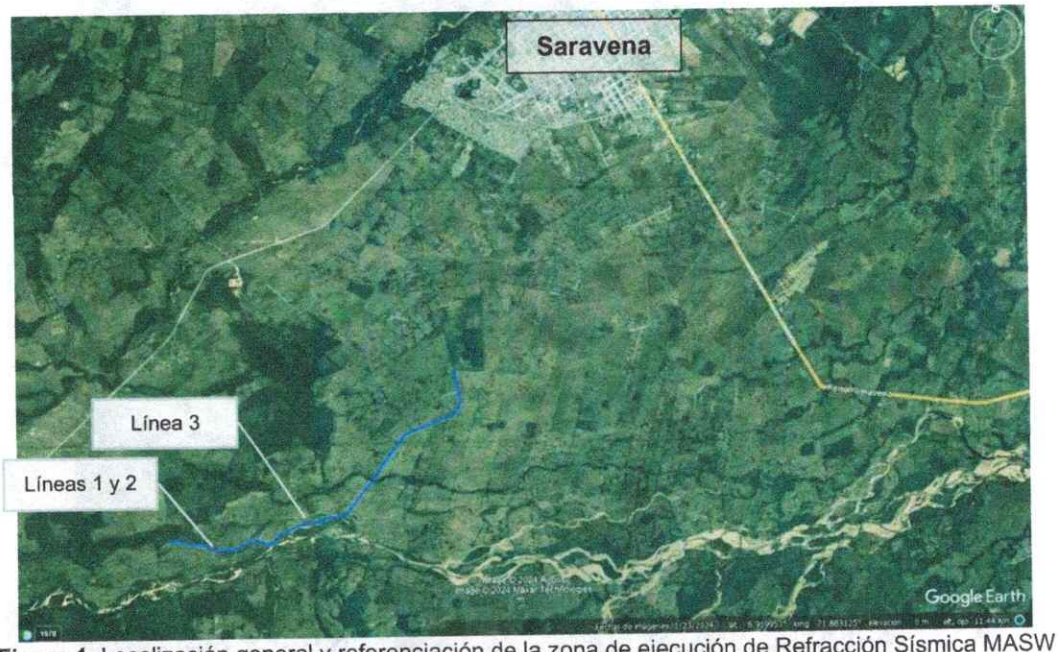


Figura 1. Localización general y referenciación de la zona de ejecución de Refracción Sísmica MASW
(Imagen deGoogle Earth editada para localizaciones)

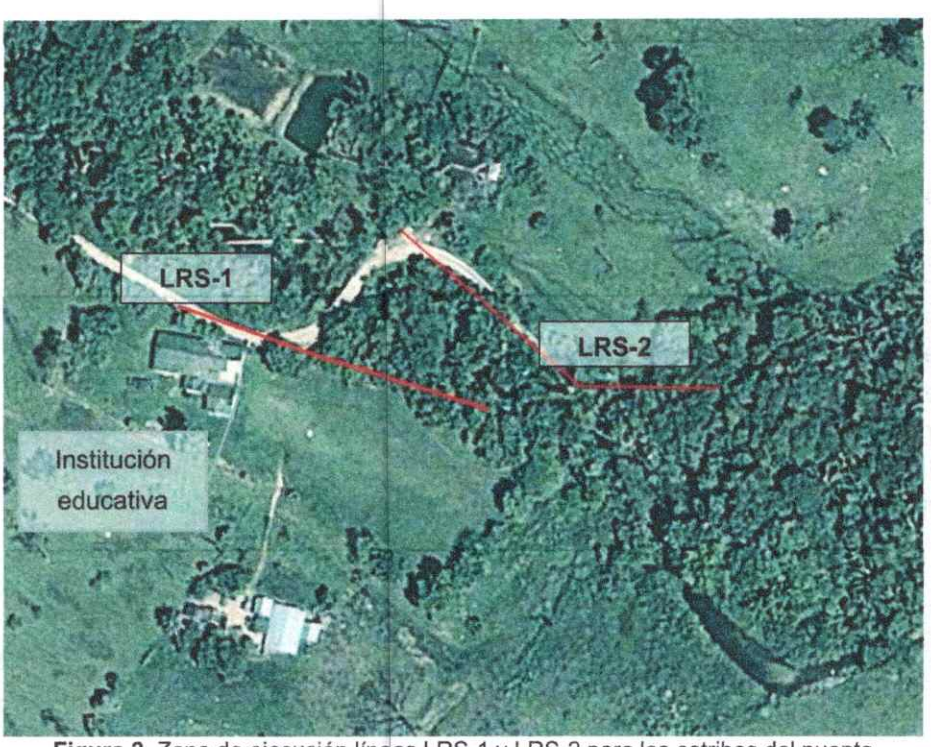


Figura 2. Zona de ejecución líneas LRS-1 y LRS-2 para los estribos del puente
(Imagen de Google Earth editada para localizaciones)

Figura 3. Zona de ejecución línea LRS-3 para evaluación de muro contra erosión
(Imagen de Google Earth editada para localizaciones)

2. REFRACCIÓN SÍSMICA

Este método se basa en determinar los tiempos de recorrido de las ondas P (primarias), longitudinales o compresionales, desde un punto conocido (fuente sísmica) hasta una serie de sensores (geófonos) situados a lo largo de una línea de adquisición. Conociendo tiempo de recorrido y distancia entre fuente y geófonos, se puede determinar la velocidad de propagación del medio situado entre ambos. La refracción sísmica permite reconstruir un perfil de Vp en 2D.

Los tiempos de llegada se definieron con el empleo del programa Pickwin. En la **Figura 4** se presenta el sismograma donde se identificaron los tiempos de llegada en la fuente 46.0 en la línea LRS-01 del proyecto.

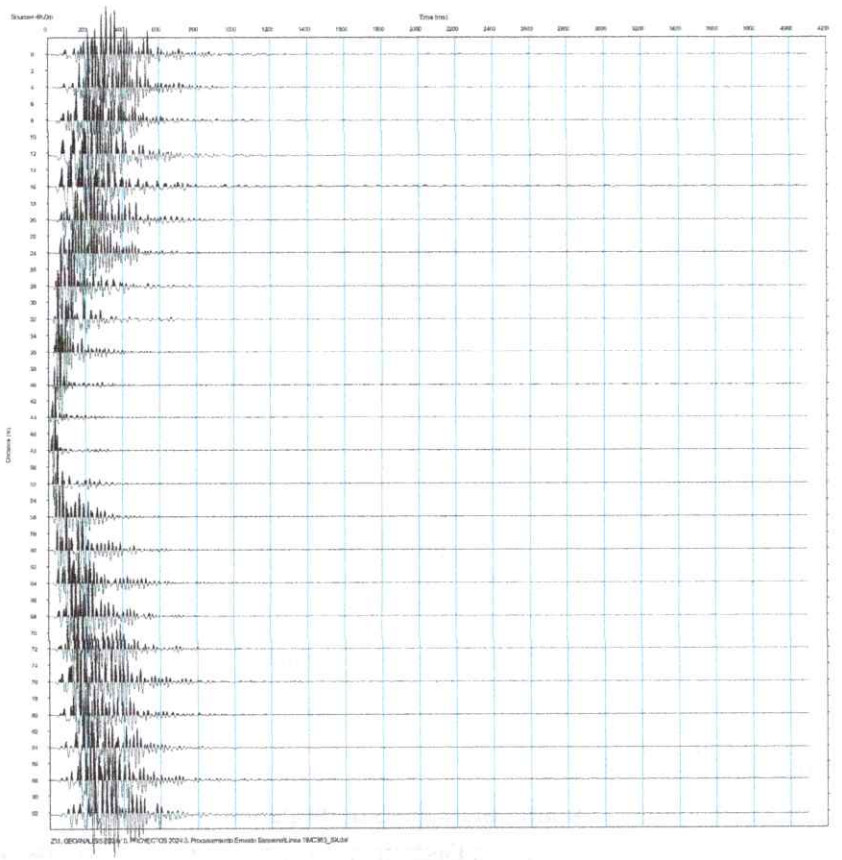


Figura 4. *Sismograma LRS-01*

2.1.1 *Entrada de datos y creación de archivos*

Una vez definidos los tiempos de llegada para cada disparo (shotpoint), se reúnen los archivos que componen una línea y se genera un archivo que corresponde a la línea sísmica (spread). En resumen, cada línea sísmica se compone de los registros que corresponden a cada shotpoint y cada registro tiene los tiempos de llegada de los diferentes geófonos. En la **Figura 5** se presenta la curva Distancia-Tiempo (programa Plotrefa), la cual se obtiene al marcar los tiempos de arribo de las ondas P (Programa Pickwin del paquete SeisImager).

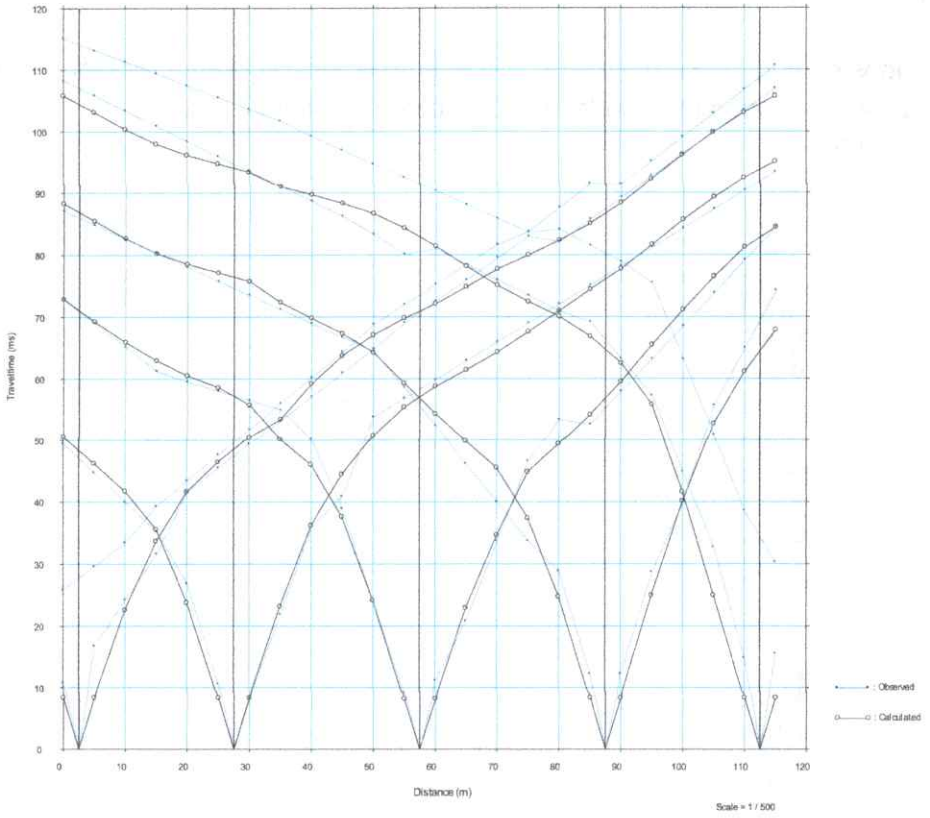


Figura 5. *Curva distancia – tiempo*

2.1.2 *Generación del Modelo*

A continuación se identifican las capas del modelo de subsuelo basados en los cambios de pendiente que se evidencian en las curvas Distancia-Tiempo, con ellas se puede identificar qué secciones de las curvas pertenecen a un mismo refractor o una misma capa y posteriormente llevar a cabo la inversión sísmica de los datos y de esta manera generar el modelo de capas. Entre los distintos pasos necesarios para generar el modelo se

encuentran, la identificación de las dromocronas (conjunto de puntos que pertenecen a un refractor), número de capas y las velocidades correspondientes; finalmente con el programa Plotrefa se realiza la inversión a través del método de tomografía, generando el modelo de capas, como resultado final.

Para llevar a cabo el método de tomografía, primero se genera un modelo de velocidades inicial a través del cual se rastrean los rayos de manera iterativa a través de éste y se comparan el tiempo de viaje calculado con el tiempo de viaje observado, modificando así el modelo. La repetición de este proceso se realiza hasta que la diferencia entre los tiempos calculados y observado (medido) se minimice y así se obtiene el RMS (Root Mean Square) correspondiente a cada una de las líneas sísmicas ejecutadas. Un RMS de 1 ms corresponderá a una incertidumbre de 0.3 metros de profundidad cuando la primera capa tenga una velocidad del orden de 0.6 km/seg. (Redpath, 1973).

2.1.3 *Interpretación*

Cuando se obtiene el modelo, se comparan los resultados con la información de perforaciones, apiques y mapas geológicos, con el fin de establecer la correlación entre las capas y sus propiedades geomecánicas. La interpretación de cada línea se presenta en un perfil estratigráfico que permite ver los cambios de velocidad de ondas sísmicas de compresión Vp, tanto en profundidad, como lateralmente. En la **Tabla 2** se presentan velocidades típicas de ondas P de algunos materiales según la ASTM D 5777 "Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation"

Tabla 2. *Rango de velocidades de ondas de compresión en suelos y rocas (ASTM D5777)*

MATERIAL	VELOCIDAD (km/s)
Material Residual	0.24 - 0.61
Grava o Arena Seca	0.46 - 0.915
Arena (Saturada)	1.22 – 1.83
Arcilla (Saturada)	0.915 - 2.75
Agua	1.43 – 1.66
Agua de Mar	1.46 – 1.52
Arenisca	1.83 – 3.96
Esquisto	2.75 – 4.27
Tiza	1.83 – 3.96
Caliza	2.13 – 6.10
Granito	4.57 – 5.80
Roca Metamórfica	3.05 – 7.00

2.1. ADQUISICIÓN DE DATOS REFRACCIÓN SÍSMICA ONDAS P

La adquisición de los datos de REFRACCIÓN SÍSMICA DE ONDAS P para el proyecto "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA", se realizó con el sismógrafo marca OYO MC SEIS SX, con 24 geófonos (canales) de 4.5 Hz de frecuencia. El equipo cuenta con un software de recepción de datos. Inmediatamente después de adquiridos en campo, se realizó el control de calidad de la información en campo, para garantizar su correcto procesamiento. Los geófonos se distanciaron cada 4 m obteniendo perfiles longitudinales de aproximadamente 92 m cada uno.

3. MASW 2D

Este método geofísico evalúa la respuesta de la propagación de ondas superficiales tipo Rayleigh y las relaciona, para efectos geotécnicos, con las velocidades de corte Vs de los diferentes materiales involucrados. En el método MASW se miden los tiempos de llegada de las ondas sísmicas superficiales al arreglo de geófonos, que pueden ser generadas por diferentes fuentes sísmicas (por ejemplo, un impacto con martillo o almádana); y posteriormente, se analiza la propagación de estas ondas y su cambio de velocidad de fase con la frecuencia, con el objetivo de obtener modelo de propagación de velocidades probable bajo los geófonos. La velocidad de onda de corte (Vs) es una de las constantes elásticas de los geomateriales y está muy relacionada con los módulos de elasticidad de los mismos. Bajo la mayoría de las circunstancias, Vs es un indicador directo de la rigidez del suelo a bajas deformaciones y, por lo tanto, es utilizado para diversos cálculos de índole geotécnica.

En este método, la interpretación de los registros consiste en obtener de ellos una curva de dispersión (velocidad de fase (c) VS la frecuencia (f) **Figura 6**). Luego, el perfil de velocidad de onda de corte (Vs) se calcula utilizando un proceso iterativo que requiere la inversión no lineal de los datos de la curva de dispersión. El método MASW estima que, a partir de la curva de dispersión, el perfil de velocidad de onda de corte (Vs) del terreno es construido mediante una simple transformación. Esta transformación estima que la longitud de onda (λ) se calcula a partir de la frecuencia (f) y la velocidad de fase (c). A continuación, la profundidad (D) se define como 1/3 de la longitud de onda, y la velocidad de onda de corte (Vs) a dicha profundidad es b veces la velocidad de fase medida c, donde b es un coeficiente que cambia ligeramente con la frecuencia y se basa en un semi-espacio homogéneo. Se grafica el esquema Velocidad de Onda de Corte (m/s) vs Profundidad (m), **(Hayashi K., 2008)**.

Ecuación 1. $$\lambda = \frac{c}{f}$$

Ecuación 2. $$D = \frac{\lambda}{3}$$

Ecuación 3. $$V_S = b * c$$

Donde:

$\lambda = Longitud\ de\ onda$
$c = velocidad\ de\ fase$
$f = frecuencia$
$D = Profundidad$
$V_s = Velocidad\ de\ la\ Onda\ de\ Corte$

Es importante resaltar que la forma de la curva de dispersión está fuertemente relacionada a la variación de la rigidez con la profundidad. Por lo tanto, el método MASW2D tiene la capacidad de identificar estratos más blandos entre estratos rígidos.

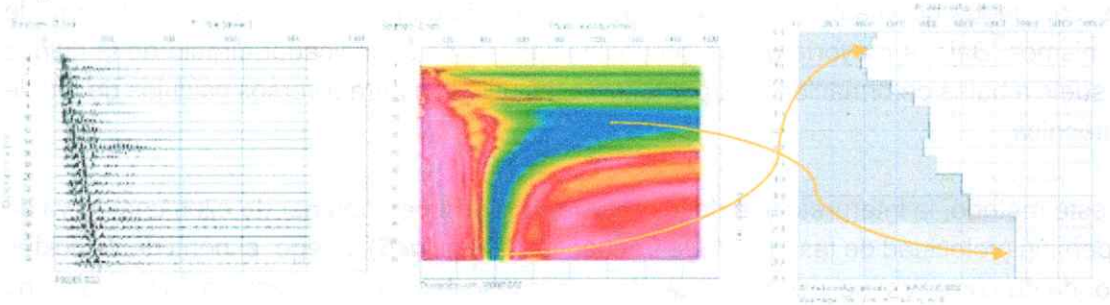


Figura 6. *Sismograma, y modelo inicial.*

3.1.1 ADQUISICIÓN DE DATOS MASW 2D

La adquisición de los datos de dispersión de ondas MASW 2D para el proyecto, se realizó con el sismógrafo marca OYO MC SEIS SX, con sus respectivos 24 geófonos de 4.5 Hz de frecuencia. El equipo cuenta con un software de recepción de datos. Inmediatamente después de adquiridos en campo, se realizó el control de calidad de la información en campo, para garantizar su correcto procesamiento. Los geófonos se distanciaron cada 4 m obteniendo perfiles de 92 m cada uno.

Fotografía 1. *Ejecución LRS-02*

4. RESULTADOS

Esta sección presenta el resumen de resultados de las líneas de refracción sísmica adelantadas para el proyecto "MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA". En la **Tabla 3** se presentan los valores medios para cada estrato determinado de velocidad de onda de compresión (Vs), velocidad de onda de corte (Vs), la densidad aproximada, módulo de poisson (v), módulo de elasticidad/módulo de Young (E), módulo de corte (G), módulo de bulk (K), la velocidad de corte para los 30 m superiores (Vs30) y la clasificación de sitio.

Tabla 3. *Resumen de resultados de velocidades de onda y propiedades elásticas de los estratos*

Línea	Estructura	Estrato	Profundidad (m)			V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p/V_s	ρ_t (kg/m^3)	v	E (MPa)	G (MPa)	K (MPa)	V_{s30} (m/s)	Tipo de perfil
LRS-1	Estribo occidental del puente	1	0.00	-	10.00	490	250	1.96	1800	0.32	298	113	282	350	D
		2	10.00	-	35.00	760	390	1.95	1800	0.32	723	274	675		
LRS-2	Estribo oriental del puente	1	0.00	-	7.00	460	240	1.92	1800	0.31	272	104	243	346	D
		2	7.00	-	35.00	710	373	1.90	1800	0.31	656	250	573		
LRS-3	Muro	1	0.00	-	10.00	390	202	1.93	1800	0.32	193	73	176	229	D
		2	10.00	-	35.00	470	240	1.96	1800	0.32	274	104	259		

Los resultados gráficos de cada línea se presentan en las siguientes figuras.

Línea de refracción LRS-1

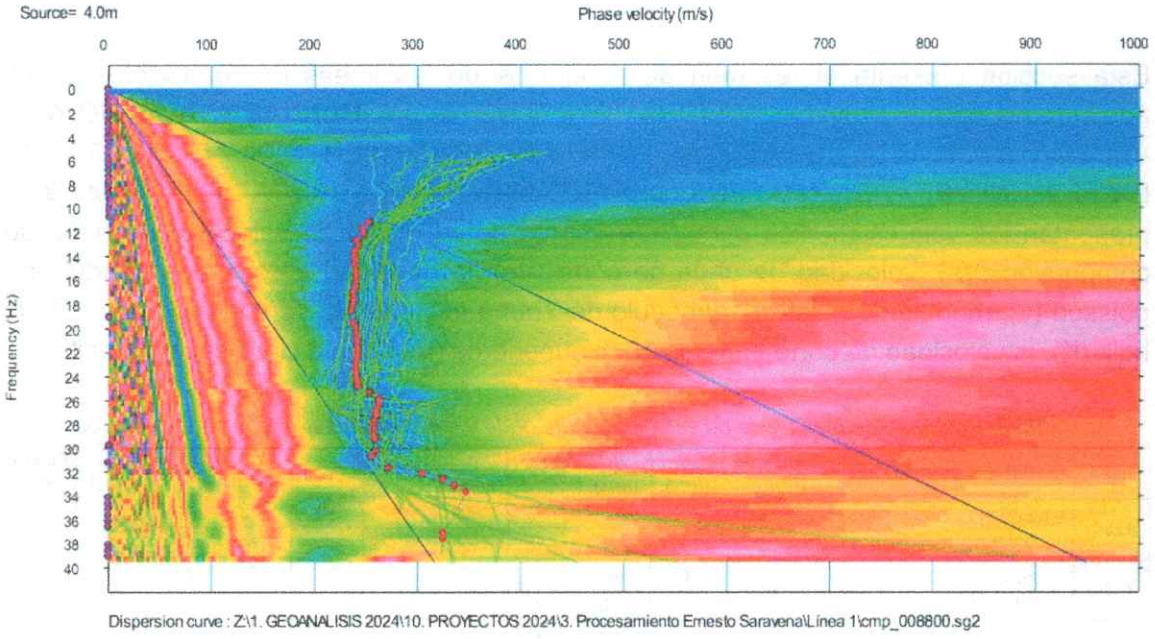


Figura 7. *Curva de dispersión*

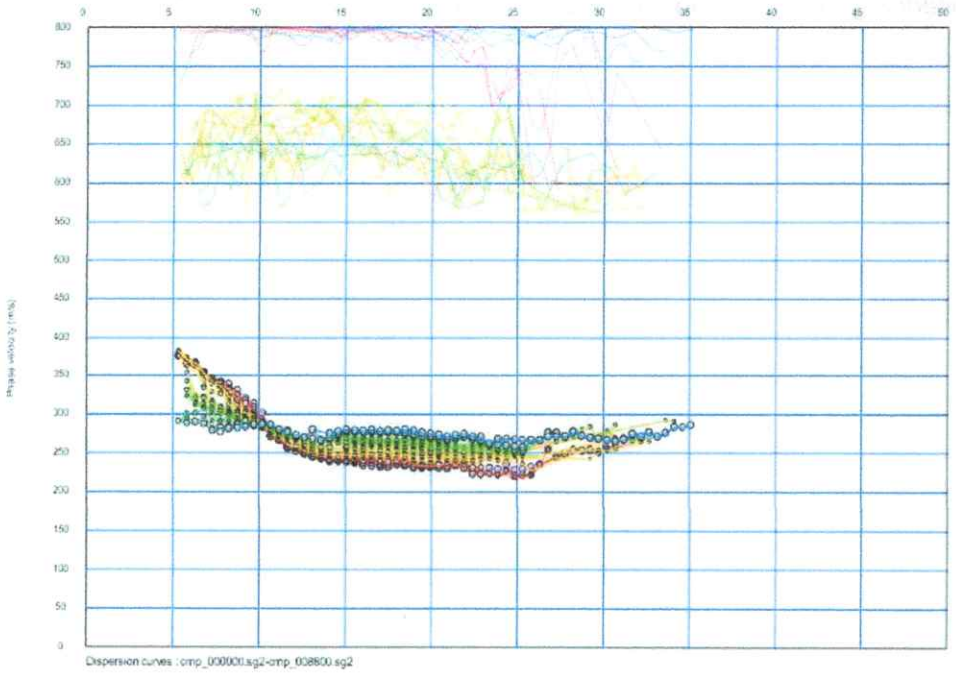


Figura 8. *Curva de dispersión*

Proyecto:
Project: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D

Revisión: **Hoja:13**
Revision: 1 **Id:** INF-GEOF-001-24 Sheet:

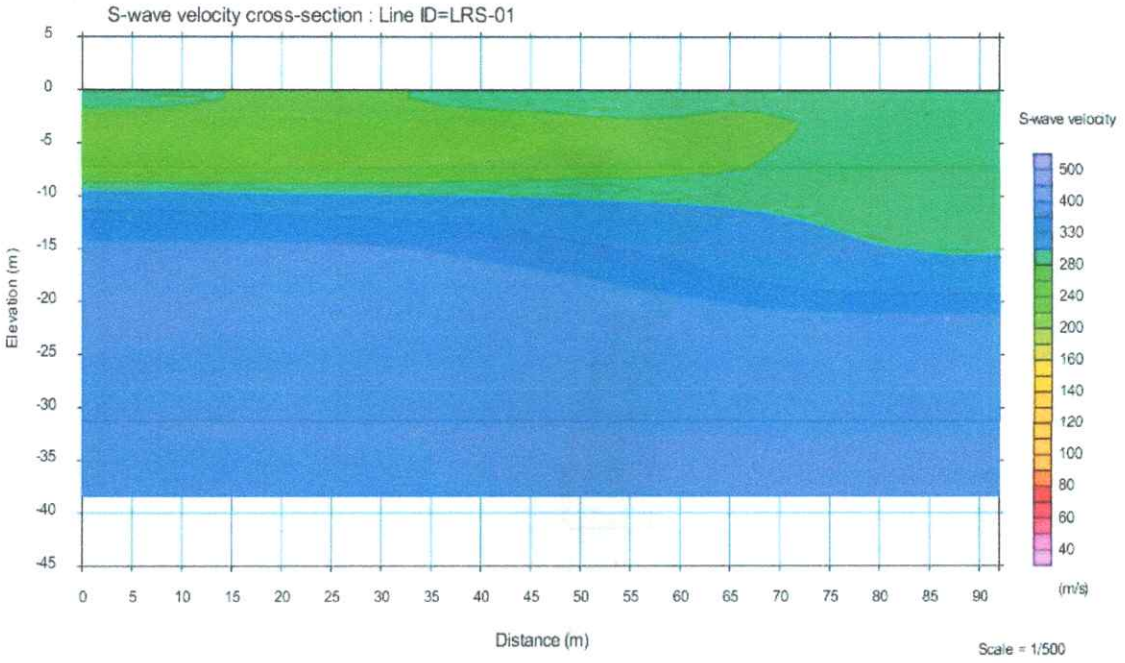


Figura 9. *Perfil 2d de velocidades de ondas de corte (S) por MASW*

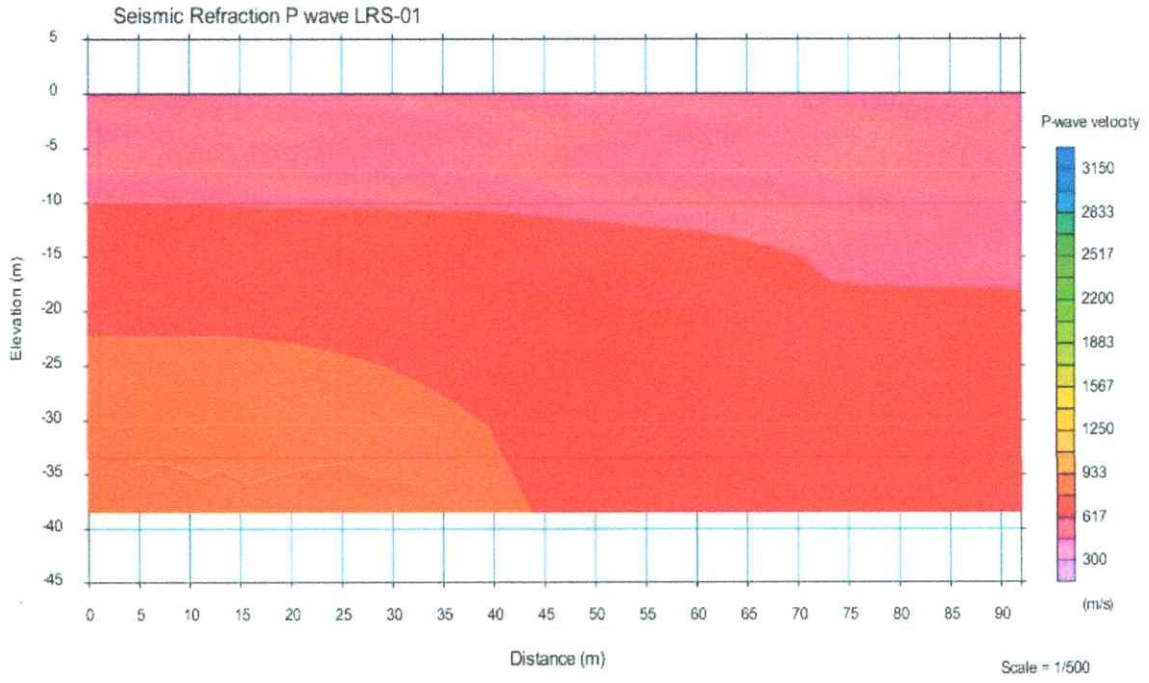


Figura 10. *Perfil 2d de velocidades de onda de compresión (P)*

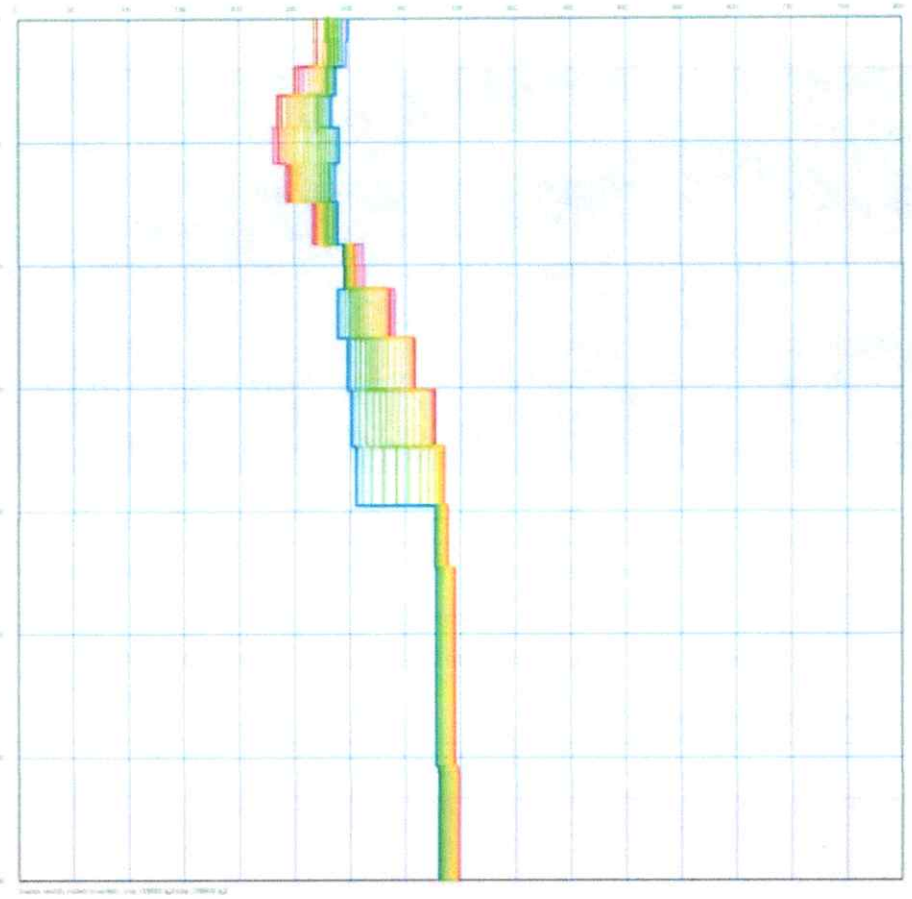


Figura 11. *Perfil de velocidades*

Proyecto:
Project: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA
REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D

Revisión: 1 **Id:** INF-GEOF-001-24 **Hoja:15**
Revision: Sheet:

Línea de refracción LRS-2

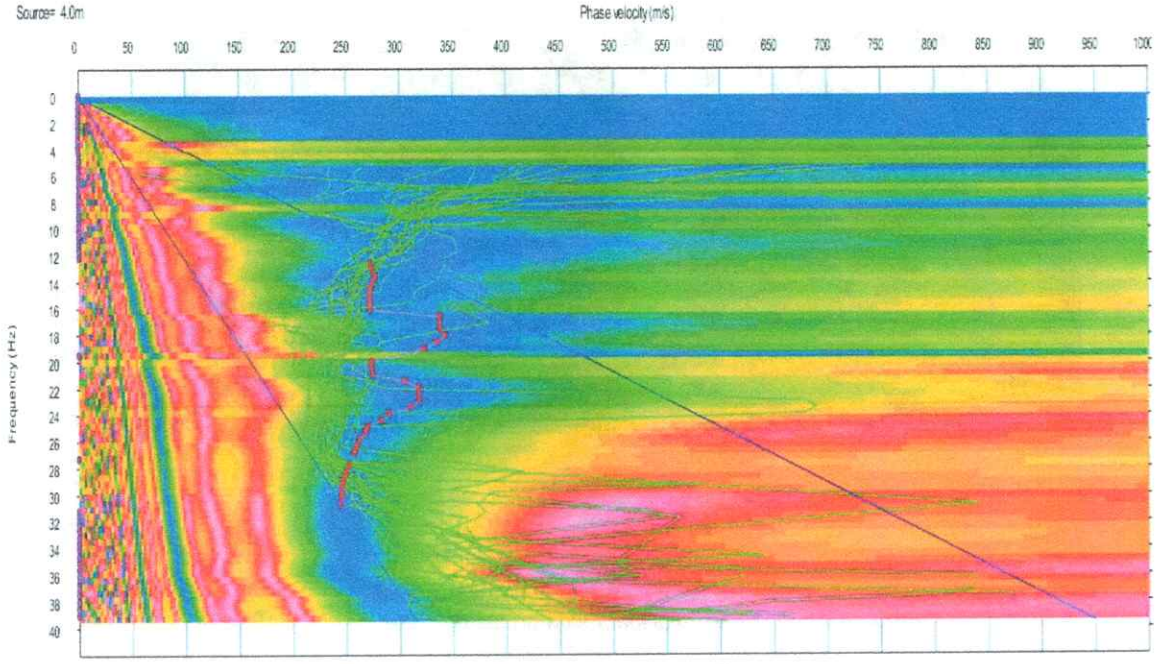


Figura 12. *Curva de dispersión*

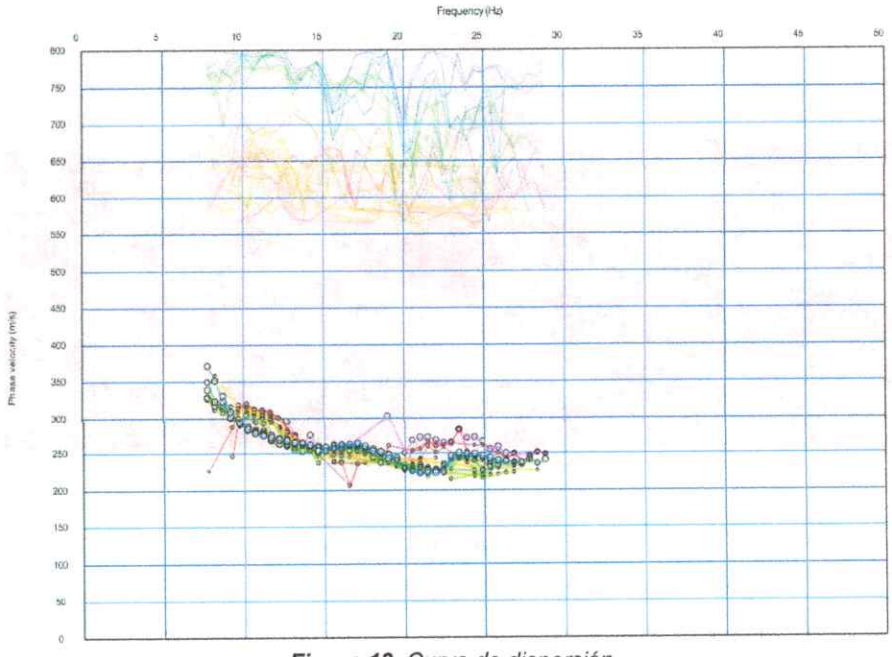


Figura 13. *Curva de dispersión*

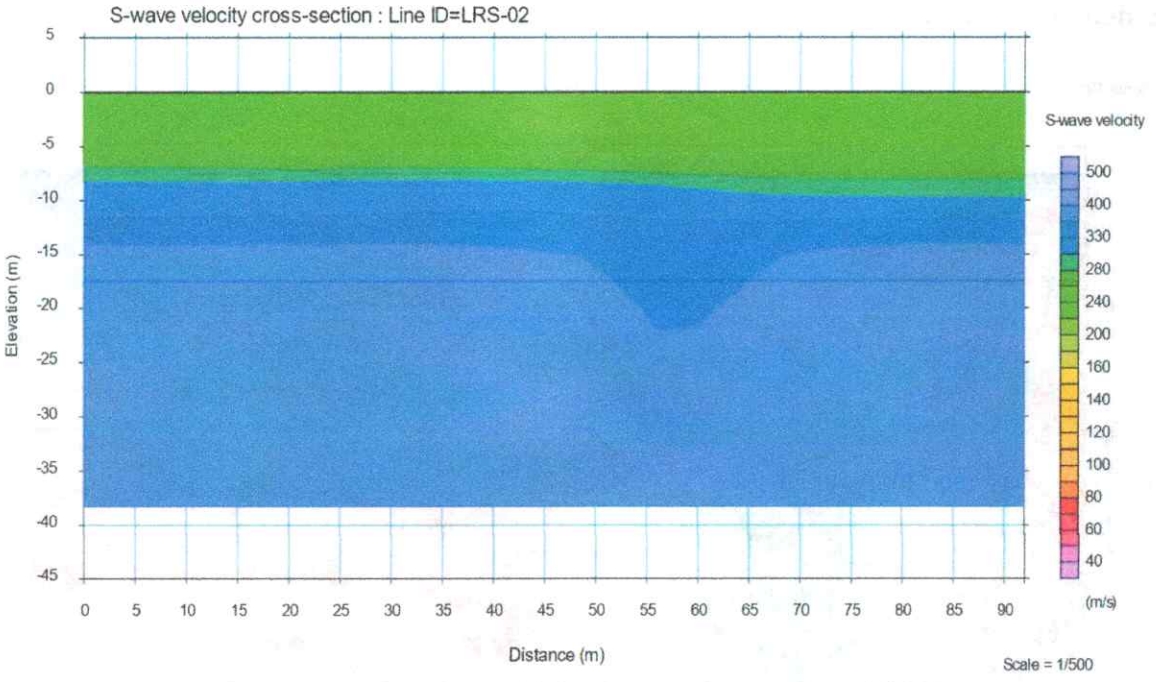


Figura 14. *Perfil 2d de velocidades de ondas de corte (S) por MASW*

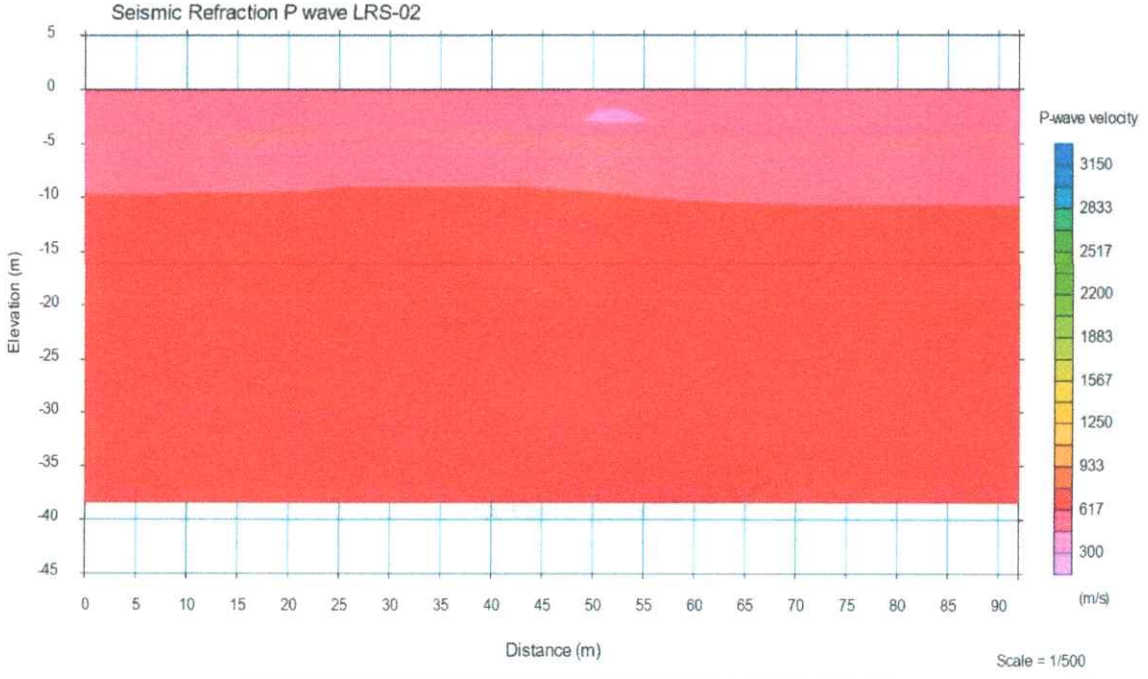


Figura 15. *Perfil 2d de velocidades de onda de compresión (P)*

Proyecto:
Project: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D

Revisión: 1 **Id:** INF-GEOF-001-24 **Hoja:17**
Revision: Sheet:

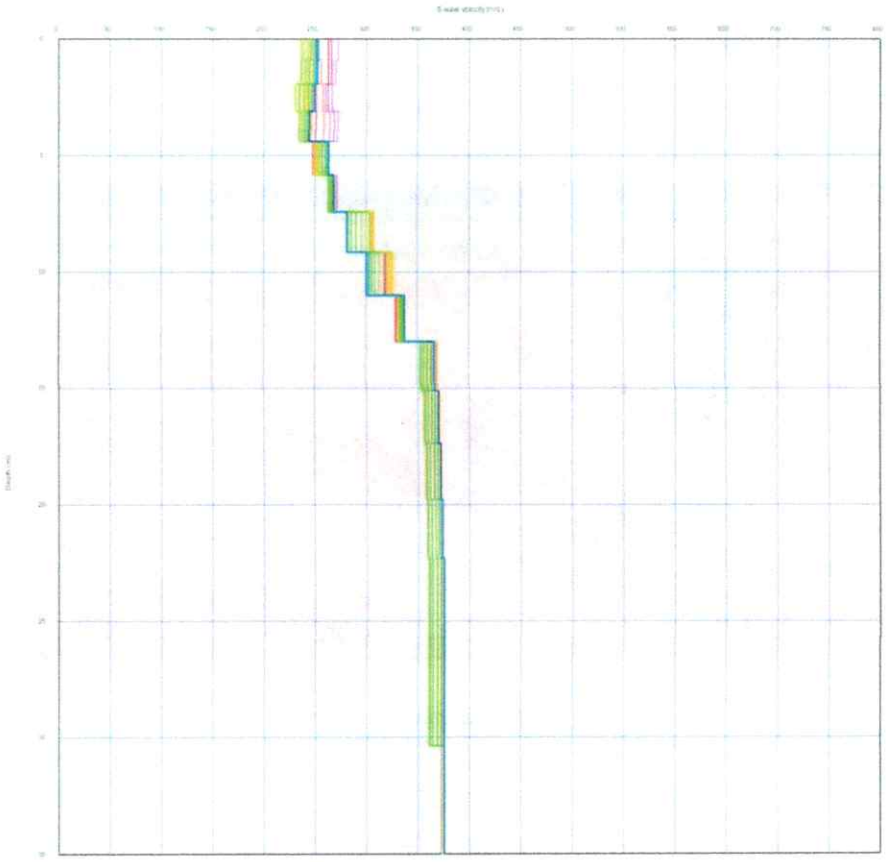


Figura 16. *Perfil de velocidades*

Línea de refracción LRS-3

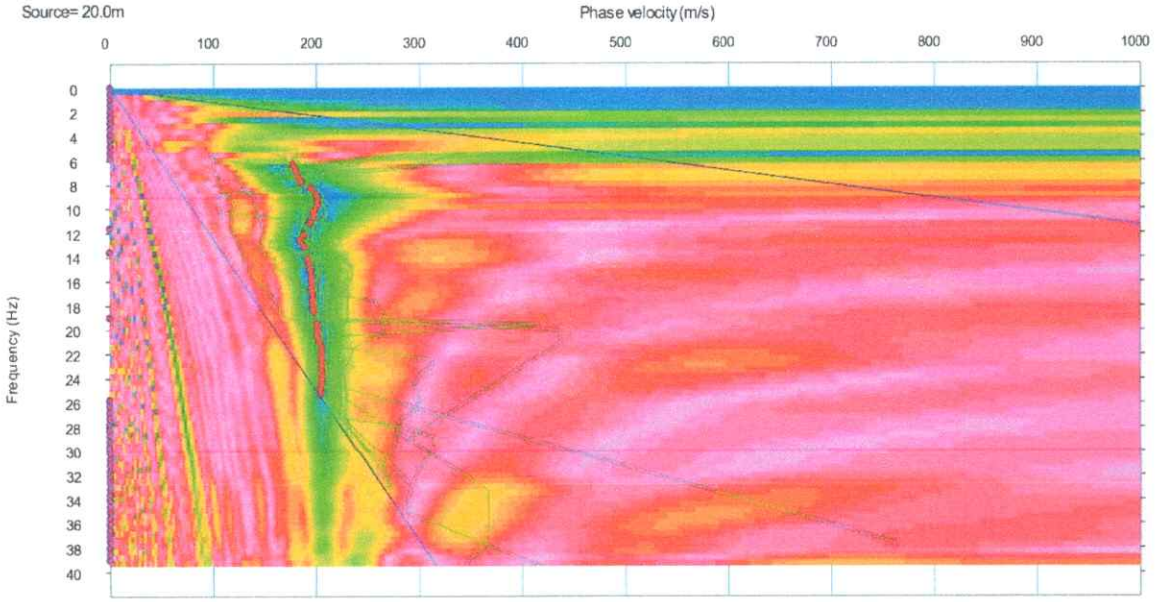


Figura 17. *Curva de dispersión*

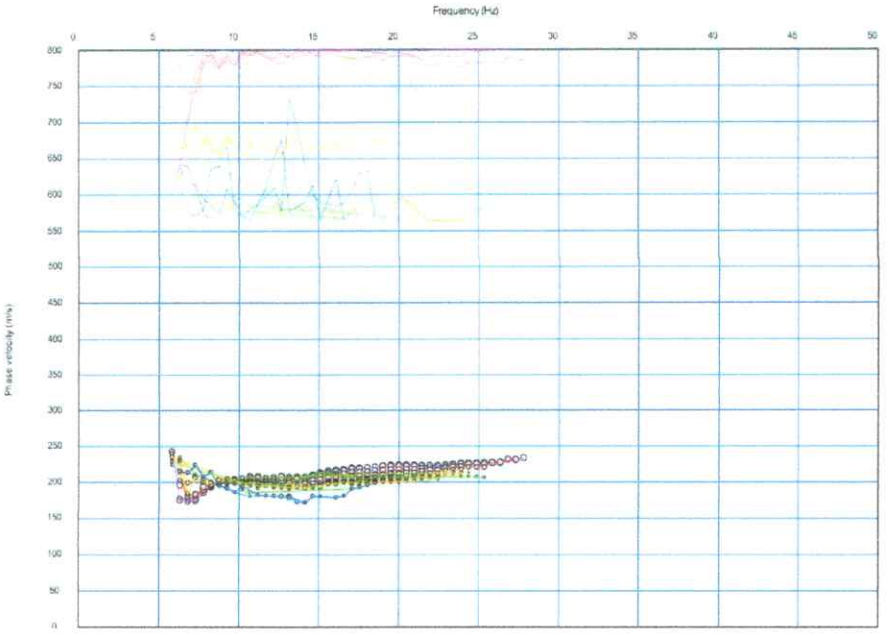


Figura 18. *Curva de dispersión*

Proyecto:
Project: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D

Revisión: **Hoja:19**
Revision: 1 **Id:** INF-GEOF-001-24 Sheet:

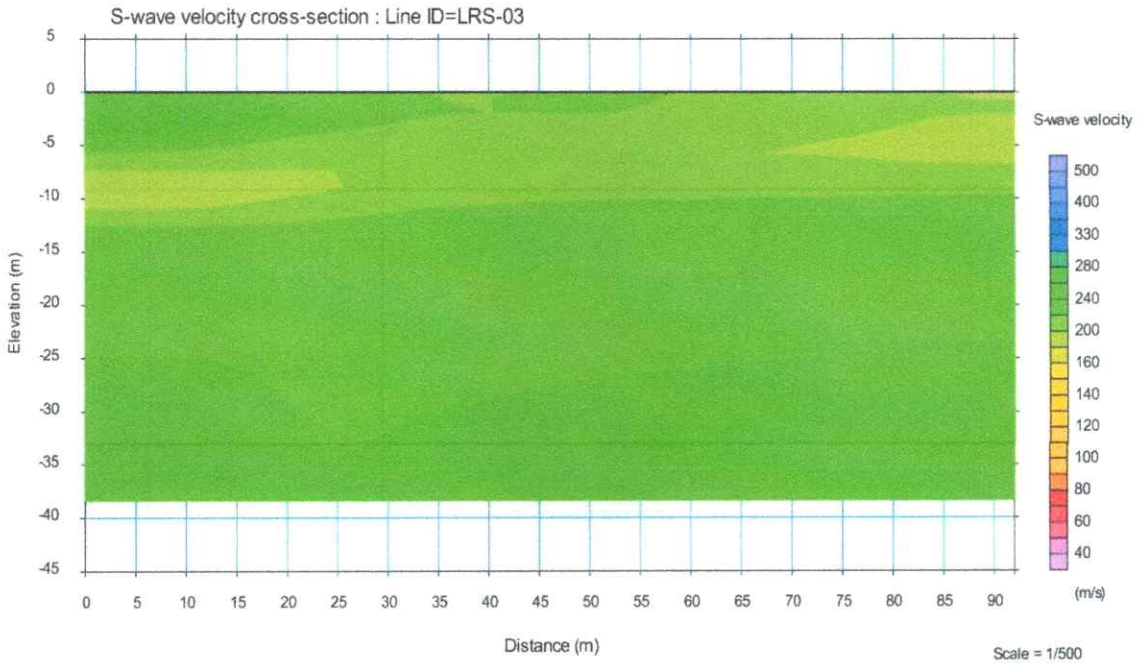


Figura 19. *Perfil 2d de velocidades de ondas de corte (S) por MASW*

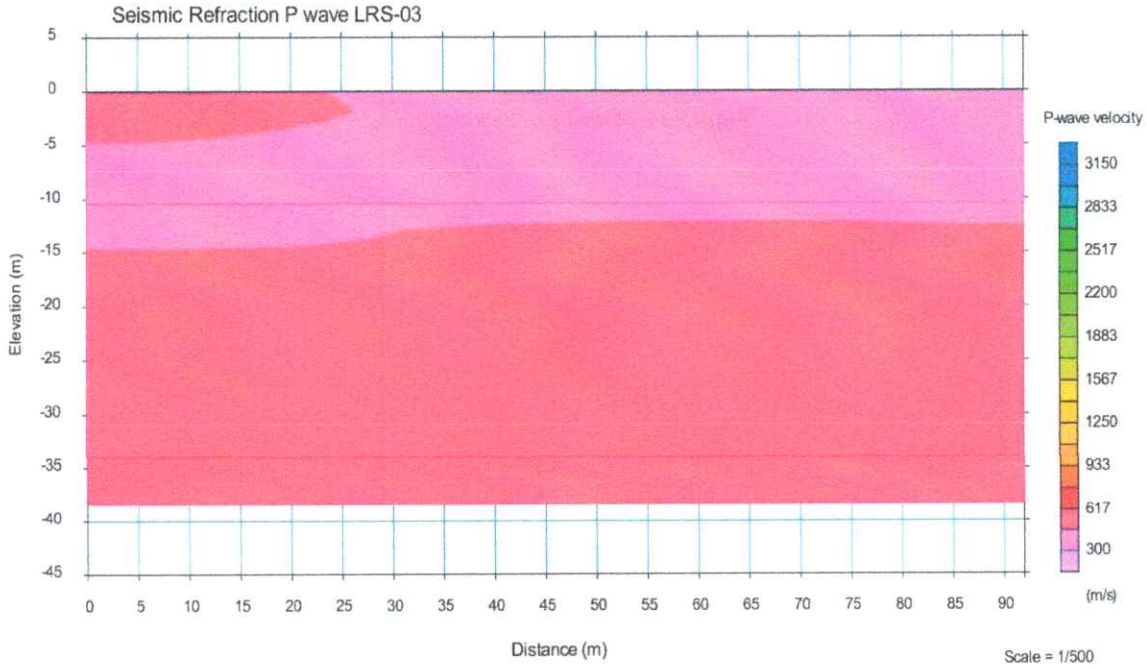


Figura 20. *Perfil 2d de velocidades de onda de compresión (P)*

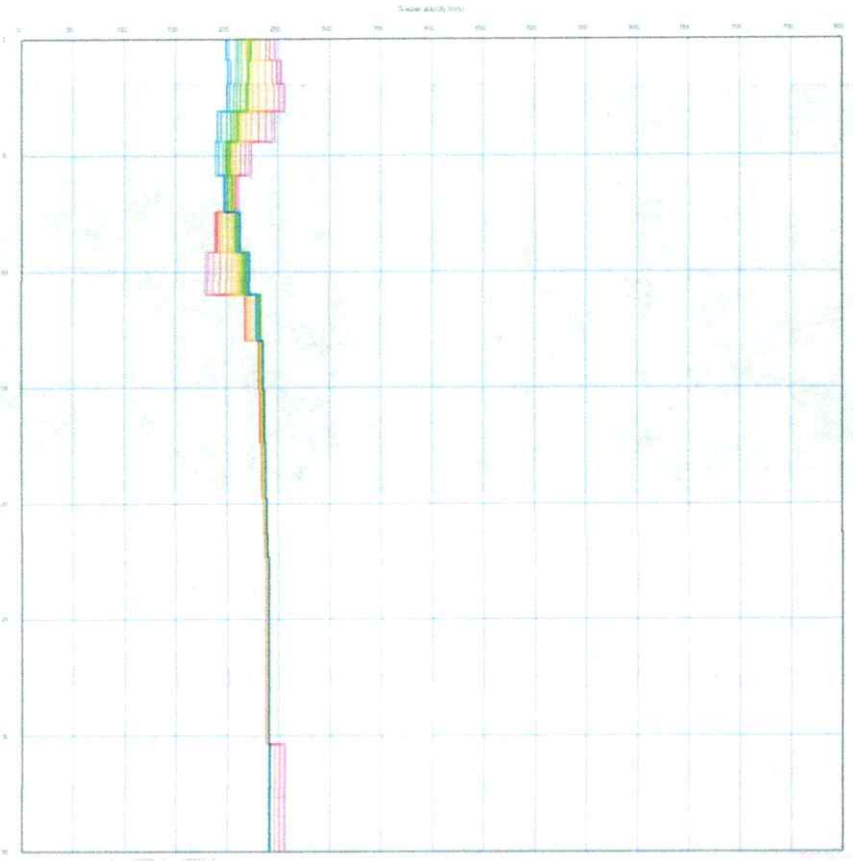


Figura 21. *Perfil de velocidades*

5. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Fotografía 2. *Fotografías línea LRS-1*

Fotografía 3. *Fotografías línea LRS-2*

Proyecto:
Project: MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REFRACCIÓN SÍSIMICA CON DISPERSIÓN DE ONDAS MASW 2D

Revisión:
Revision: 1

Id: INF-GEOF-001-24

Hoja:23
Sheet:

Fotografía 4. *Fotografía línea LRS-3*

ANEXO D

Archivo Fotográfico

ARCHIVO FOTOGRÁFICO

Fotografías seleccionadas de sondeos y apiques para PAVIMENTOS

En esta sección se muestra parte del archivo fotográfico recolectado durante la exploración de campo. En las imágenes se pueden ver las características principales de la subrasante de la vía. La presencia de materiales con tamaños de cantos y bolo/bloques dificultó el avance de las excavaciones manuales. En campo, se intentó recolectar muestras de CBR *in-situ*, penetrómetro estándar y cono dinámico. Muestras de todos los apiques/sondeos fueron recolectadas y traídas al laboratorio para caracterización geotécnica.

Locación sondeo S-1

Locación sondeo S-3

Locación sondeo S-4

Locación sondeo S-5

Locación sondeo S-6

Locación sondeo S-7

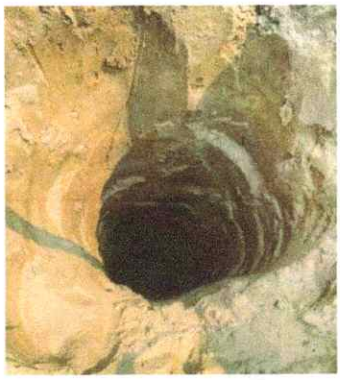
Locación sondeo S-8

Locación sondeo S-10

Locación sondeo S-11

Locación sondeo S-12

Locación sondeo S-13



Locación sondeo S-15

Locación sondeo S-16

Locación sondeo S-17

Locación sondeo S-18

	INFORME ESTUDIO DE SUELOS	Fecha: Julio de 2024
	MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARIA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA	**Informe Estudio de Suelos**

Locación sondeo S-19

Locación sondeo S-20

Locación sondeo S-21

Fotografías seleccionadas del punto crítico que presenta erosión

En esta sección se muestra parte del archivo fotográfico recolectado durante la exploración de campo. En las imágenes se pueden ver las características principales del punto crítico que bordea el cauce del río Satoca. Las fotografías muestran clastos de arenisca con tamaños variados entre cantos y bolos/bloques. La presencia de estos materiales dificulta la excavación manual. Sin embargo, varias muestras representativas fueron recuperadas a varias profundidades, especialmente de la matriz de soporte, y traídas al laboratorio para caracterización geotécnica.

Locación área sondeo M-1 (K5+960). Es la zona que más presenta erosión. Parte de la banca de la vía ha sido erosionada limitando el ancho del carril a aproximadamente 3.0 – 4.0 m. En esta zona está expuesto el afloramiento de clastos de arenisca de gran tamaño (cantos, bolos, bloques). La matriz arenolimosa es transportada cuando el nivel del río se eleva en temporada de lluvias.

Locación M-1 lecho río

Apique M-1, abundante presencia de cantos y bloques en matriz arenosa limpia (SP)

Rechazo de excavación manual y recolección de muestras de matriz arenosa

Talud expuesto por erosión en locación M-1

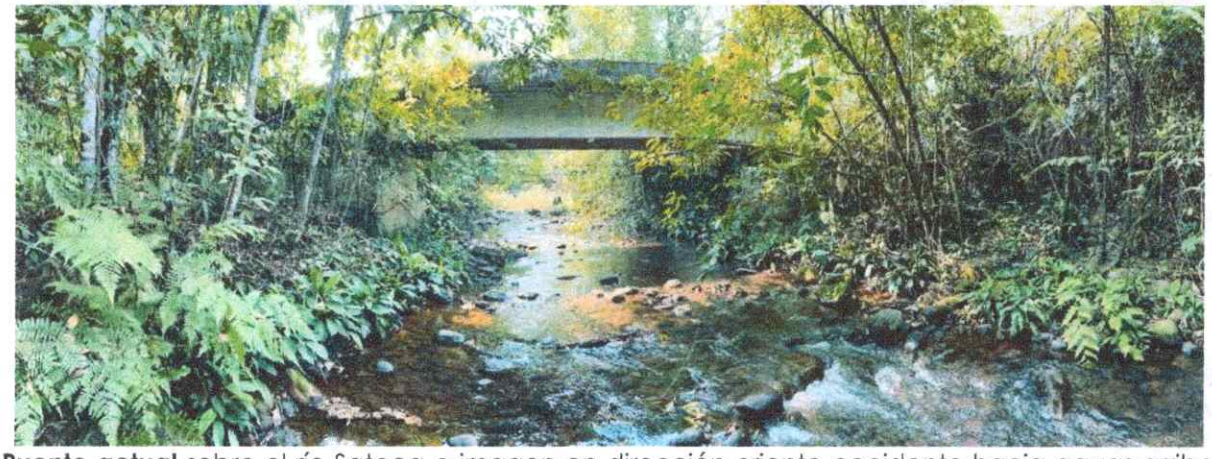
Materiales expuestos cerca a locación M-1

Locación área sondeo M-2 (K5+850). La vegetación ha preservado el talud del río de la erosión excesiva; sin embargo, la naturaleza granular de tamaño arena y porciones finas de material están sujetos a lavado con la elevación del nivel del río.

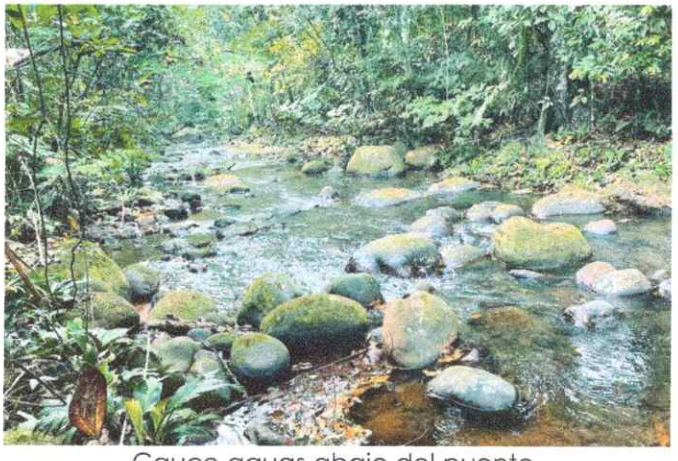
Locación área sondeo M-3 (K5+710). Porciones de la banca de la vía se están erosionando. La vegetación contribuye al sostenimiento de partículas gruesas y cantos, pero permite que el material arenolimoso sea lavado y transportado. En la fotografía se presentan dos muestras de arena limosa (SM) recuperadas a profundidades de 0.5 a 1.1 m y 1.4 a 2.0 m.

Fotografías seleccionadas de la ubicación propuesta para los estribos del puente

En esta sección se muestra parte del archivo fotográfico recolectado durante la exploración de campo. En las imágenes se pueden ver las características principales del puente y terreno de cimentación de los estribos propuestos. Las fotografías muestran clastos de arenisca con tamaños variados entre cantos y bolos/bloques. La presencia de estos materiales dificulta la excavación manual. Sin embargo, varias muestras representativas fueron recuperadas a varias profundidades y traídas al laboratorio para caracterización geotécnica. La vegetación es extensa en esta zona.



Puente actual sobre el río Satoca e imagen en dirección oriente-occidente hacia aguas arriba (K7+250 aproximadamente)



Cauce aguas abajo del puente

Locación área sondeo P-1 (K7+250). Recuperación de materiales que conforman la matriz de arena. Alta presencia de cantos y bloques de arenisca.

Locación área sondeo P-2 (K7+270). Recuperación de muestras por ensayo de penetración estándar (SPT) a profundidades de 0.6 – 1.2 m, 1.2 – 1.8 m y 1.8 – 2.4 m (rechazo de SPT a 2.55 m).

ANEXO E

Documentos de Soporte
Ingeniero Responsable

REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
68202167405STD
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 26/03/2009
JAIME EDUARDO
GRANADOS RUEDA
C.C. 1098610378
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
1.098.610.378
NUMERO

GRANADOS RUEDA
APELLIDOS

JAIME EDUARDO
NOMBRES

FECHA DE NACIMIENTO 03-NOV-1985
BUCARAMANGA
(SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.71 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO

15-MAR-2004 BUCARAMANGA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL

INDICE DERECHO

P-2700109-53129543-M-1098610378-20040913 0479404254B 02 163122934

MEJORAMIENTO DE LA VIA ... TRAMO ... VEREDA ... MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-3099905

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1098610378, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-167405 desde el 26 de Marzo de 2009, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 354.

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 veintitres (23) días del mes de Octubre del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal 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, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

BOGOTÁ D.C.
REPÚBLICA DE COLOMBIA

El Consejo Superior y la Rectora de la Universidad de los Andes
con las debidas autorizaciones legales y teniendo en cuenta que

Jaime Eduardo Granados Rueda

C. C. 1.098.610.378

ha cumplido con los requisitos académicos exigidos por la Universidad, le otorgan, con los derechos y obligaciones correspondientes, el diploma de

Doctor en Ingeniería

El Presidente del Consejo Superior	La Rectora	La Decana de la Facultad	La Secretaria General

Bogotá D.C., 29 de febrero de 2024
REGISTRADO: LIBRO 18 FOLIO 75

DOCUMENTO FIRMADO DIGITALMENTE Fecha de Envio: 29-febrero-2024 https://vericerti.uniandes.edu.co Codigo de Verificacion: D502E-22152-4EF48

Universidad de los Andes | Vigilada Mineducación.
Reconocimiento como Universidad: Decreto 1297 del 30 de mayo 1964.
Reconocimiento personería jurídica: Resolución 28 del 23 de febrero de 1949 Minjusticia.

1619

The Oklahoma State Regents for Higher Education

acting through

The University of Oklahoma

have admitted

Jaime Eduardo Granados Rueda

to the degree of

Master of Science

(Civil Engineering)

and all the honors, privileges and obligations belonging thereto, and in witness thereof have authorized the issuance of this Diploma duly signed and sealed. Issued at the University of Oklahoma at Norman, Oklahoma on the fourteenth day of December two thousand and twelve.

For the State Regents

Chairman

Secretary

Chancellor

OKLAHOMA STATE REGENTS FOR HIGHER EDUCATION
VITA ABUNDANTIOR
1941

For the University

Leslie Rainbolt-Forbes, MD
Chairman, Board of Regents

President of the University

Academic Dean

THE UNIVERSITY OF OKLAHOMA
CIVET REPUBLICAE
1890

ASHLEY N. NORRIS
Notary Public, State of Oklahoma
Commission # 13008283
My Commission Expires September 09, 2017

Ashley N. Norris

OFFICE OF THE SECRETARY OF STATE

STATE OF OKLAHOMA

APOSTILLE
(Convention de La Haye du 5 Octobre 1961)

1. *Country: United States of America*

   This public document

2. *Has been signed by* *Ashley N. Norris*

3. *Acting in the capacity of* *Notary Public, State of Oklahoma*

4. *Bears the seal/stamp of* *Ashley N. Norris, Notary Public*

CERTIFIED

5. *At Oklahoma City, Oklahoma, U.S.A.*

6. *The 4th day of September, 2014*

7. *By Gustavo A. Aleman*

8. *No. C00172332*

9. *Seal/stamp of the State of Oklahoma*

GREAT SEAL OF THE STATE OF OKLAHOMA 1907

10. *Signature:*

Gustavo A. Aleman
Administrative Assistant

60

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

RESOLUCIÓN NÚMERO 07724

(28 MAYO 2015)

Por medio de la cual se resuelve una solicitud de convalidación

LA SUBDIRECTORA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR
en ejercicio de sus atribuciones legales y en especial las que le confiere el artículo 29 del Decreto 5012 de 2009 y la Resolución No 5515 del 16 de mayo de 2013

CONSIDERANDO:

Que JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA, ciudadano colombiano, identificado con cédula de ciudadanía No 1.098.610.378, presentó para su convalidación el título de MASTER OF SCIENCE (CIVIL ENGINEERING), otorgado el 14 de diciembre de 2012, por THE UNIVERSITY OF OKLAHOMA, ESTADOS UNIDOS, mediante solicitud radicada en el Ministerio de Educación Nacional con el No. 2015-ER-062086-59239/15.

Que de conformidad con lo dispuesto en el Decreto 5012 de 2009, corresponde al Ministerio de Educación Nacional convalidar los títulos de educación superior otorgados por instituciones de educación superior extranjeras de acuerdo con las normas vigentes.

Que en virtud del artículo 3°, numeral 1° de la resolución 21707 del 22 de diciembre de 2014, uno de los criterios aplicables para efectos de la convalidación de títulos otorgados por instituciones de educación superior extranjeras, es el de Programa o Institución Acreditados o su equivalente en el país de procedencia. En el referido precepto normativo se lee lo siguiente: "Se encuentra dentro de este criterio cuando el título que se solicita convalidar cuenta con alguna de las dos siguientes condiciones. a) si la situación que otorgó el título que se somete a convalidación se encuentra acreditada, o cuenta con un reconocimiento equivalente por parte de una entidad certificadora o evaluadora de alta calidad, reconocida en el país de origen o a nivel internacional. b) si el programa académico cursado por el solicitante se encuentra acreditado, o cuenta con un reconocimiento equivalente por parte de una entidad certificadora o evaluadora de alta calidad, reconocida en el país de origen o a nivel internacional. Para la aplicación del criterio de convalidación por acreditación, la fecha de obtención del título debe estar comprendida dentro del término de vigencia de la acreditación del programa o de la institución que otorgó el título que se pretende convalidar. Si la solicitud presentada por el interesado se encasilla dentro de este primer criterio, se procederá a convalidar el título", lo anterior en concordancia con el artículo 178 del decreto 19 del 10 de Enero de 2012.

Que consultado el "Academic Ranking of World Universities", sistema de evaluación de alta calidad desarrollado por The Institute of Higher Education, Shanghai Jiao Tong University, que clasifica a las mejores instituciones de educación superior del mundo, teniendo en cuenta criterios tales como el alto nivel de desempeño académico, el alto nivel de investigación, los reconocimientos internacionales y el número de publicaciones, se pudo establecer que THE UNIVERSITY OF OKLAHOMA, ESTADOS UNIDOS se encuentra clasificada entre las 500 mejores.

Que con fundamento en las anteriores consideraciones y después de haber estudiado la documentación presentada, se concluye que es procedente la convalidación solicitada.

En mérito de lo expuesto,

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- Convalidar y reconocer para todos los efectos académicos y legales en Colombia, el título de MASTER OF SCIENCE (CIVIL ENGINEERING), otorgado el 14 de diciembre de 2012, por THE UNIVERSITY OF OKLAHOMA, ESTADOS UNIDOS, a JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA, ciudadano colombiano, identificado con cédula de ciudadanía No *1.098.610.378, como equivalente al título de MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL, que otorgan las instituciones de educación* superior colombianas de acuerdo con la Ley 30 de 1992.

PARÁGRAFO - La convalidación que se hace por el presente acto administrativo no exime al profesional beneficiario del cumplimiento de los requisitos exigidos por las normas que regulan el ejercicio de la respectiva profesión.

ARTÍCULO SEGUNDO.- La presente resolución rige a partir de la fecha de su expedición y contra la misma proceden los recursos de reposición y apelación, los cuales deberán ser interpuestos en la diligencia de notificación personal o dentro de los 10 días siguientes a ella al tenor de lo dispuesto en el artículo 76 de la Ley 1437 de 2011.

NOTIFÍQUESE Y CÚMPLASE

Dada en Bogotá D. C., a los 28 MAYO 2015

LA SUBDIRECTORA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA EDUCACION SUPERIOR

JEANNETTE GILEDE GONZÁLEZ

Proyectó: JFTS 11-05-15
Revisó: Gina Cortés –Grupo de Convalidaciones. 25/05/15

1617

EL NOTARIO SEGUNDO DEL CIRCULO DE SOGAMOSO DA FE QUE ESTA REPRODUCCION COINCIDE CON UN DOCUMENTO ORIGINAL QUE TUVE A LA VISTA

25 ABR 2009

Edgar Ulloa Ulloa
NOTARIO

LA REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

Y EN SU NOMBRE

LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

CONFIERE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

A

JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA

CEDULA DE CIUDADANIA N° 1.098.610.378 expedida en BUCARAMANGA

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

D I P L O M A

En la ciudad de Bucaramanga, *EL 16 DE DICIEMBRE DE 2008*

Registrado al folio 822 *Libro* 12-T *Diplomas de Grado*

Rector

Secretaria General

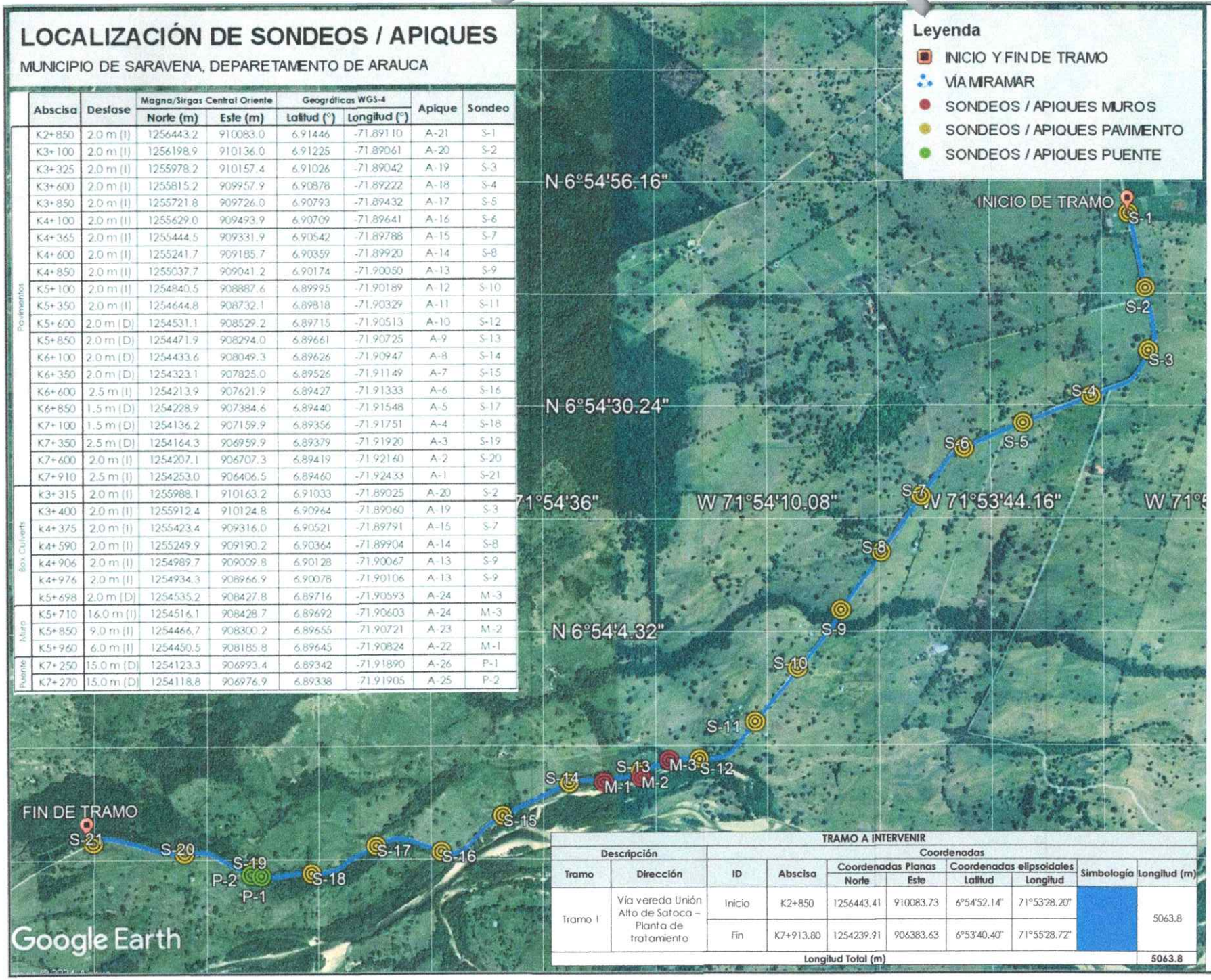
Personería Jurídica UIS - Resolución No. 25 del 23 de Febrero de 1949 del Ministerio de Justicia

47352

LOCALIZACIÓN DE SONDEOS / APIQUES

MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARETAMENTO DE ARAUCA

	Abscisa	Desfase	Magna/Sirgas Central Oriente		Geográficas WGS-4		Apique	Sondeo
			Norte (m)	Este (m)	Latitud (°)	Longitud (°)		
Pavimentos	K2+850	2.0 m (I)	1256443.2	910083.0	6.91446	-71.89110	A-21	S-1
	K3+100	2.0 m (I)	1256198.9	910136.0	6.91225	-71.89061	A-20	S-2
	K3+325	2.0 m (I)	1255978.2	910157.4	6.91026	-71.89042	A-19	S-3
	K3+600	2.0 m (I)	1255815.2	909957.9	6.90878	-71.89222	A-18	S-4
	K3+850	2.0 m (I)	1255721.8	909726.0	6.90793	-71.89432	A-17	S-5
	K4+100	2.0 m (I)	1255629.0	909493.9	6.90709	-71.89641	A-16	S-6
	K4+365	2.0 m (I)	1255444.5	909331.9	6.90542	-71.89788	A-15	S-7
	K4+600	2.0 m (I)	1255241.7	909185.7	6.90359	-71.89920	A-14	S-8
	K4+850	2.0 m (I)	1255037.7	909041.2	6.90174	-71.90050	A-13	S-9
	K5+100	2.0 m (I)	1254840.5	908887.6	6.89995	-71.90189	A-12	S-10
	K5+350	2.0 m (I)	1254644.8	908732.1	6.89818	-71.90329	A-11	S-11
	K5+600	2.0 m (D)	1254531.1	908529.2	6.89715	-71.90513	A-10	S-12
	K5+850	2.0 m (D)	1254471.9	908294.0	6.89661	-71.90725	A-9	S-13
	K6+100	2.0 m (D)	1254433.6	908049.3	6.89626	-71.90947	A-8	S-14
	K6+350	2.0 m (D)	1254323.1	907825.0	6.89526	-71.91149	A-7	S-15
	K6+600	2.5 m (I)	1254213.9	907621.9	6.89427	-71.91333	A-6	S-16
	K6+850	1.5 m (D)	1254228.9	907384.6	6.89440	-71.91548	A-5	S-17
	K7+100	1.5 m (D)	1254136.2	907159.9	6.89356	-71.91751	A-4	S-18
	K7+350	2.5 m (D)	1254164.3	906959.9	6.89379	-71.91920	A-3	S-19
	K7+600	2.0 m (I)	1254207.1	906707.3	6.89419	-71.92160	A-2	S-20
	K7+910	2.5 m (I)	1254253.0	906406.5	6.89460	-71.92433	A-1	S-21
Box Culvert	K3+315	2.0 m (I)	1255988.1	910163.2	6.91033	-71.89025	A-20	S-2
	K3+400	2.0 m (I)	1255912.4	910124.8	6.90964	-71.89060	A-19	S-3
	K4+375	2.0 m (I)	1255423.4	909316.0	6.90521	-71.89791	A-15	S-7
	K4+590	2.0 m (I)	1255249.9	909190.2	6.90364	-71.89904	A-14	S-8
	K4+906	2.0 m (I)	1254989.7	909009.8	6.90128	-71.90067	A-13	S-9
	K4+976	2.0 m (I)	1254934.3	908966.9	6.90078	-71.90106	A-13	S-9
	K5+698	2.0 m (D)	1254535.2	908427.8	6.89716	-71.90593	A-24	M-3
Muro	K5+710	16.0 m (I)	1254516.1	908428.7	6.89692	-71.90603	A-24	M-3
	K5+850	9.0 m (I)	1254466.7	908300.2	6.89655	-71.90721	A-23	M-2
	K5+960	6.0 m (I)	1254450.5	908185.8	6.89645	-71.90824	A-22	M-1
Puente	K7+250	15.0 m (D)	1254123.3	906993.4	6.89342	-71.91890	A-26	P-1
	K7+270	15.0 m (D)	1254118.8	906976.9	6.89338	-71.91905	A-25	P-2



TRAMO A INTERVENIR									
Descripción		Coordenadas							
Tramo	Dirección	ID	Abscisa	Coordenadas Planas		Coordenadas elipsoidales		Simbología	Longitud (m)
				Norte	Este	Latitud	Longitud		
Tramo 1	Vía vereda Unión Alto de Satoca – Planta de tratamiento	Inicio	K2+850	1256443.41	910083.73	6°54'52.14"	71°53'28.20"		5063.8
		Fin	K7+913.80	1254239.91	906383.63	6°53'40.40"	71°55'28.72"		
Longitud Total (m)									5063.8

DEPARTAMENTO DE ARAUCA
MUNICIPIO DE SARAVENA

SECRETARÍA DE PLANEACIÓN E INFRAESTRUCTURA

OBJETO:
MEJORAMIENTO DE LA VÍA TERCIARÍA, ACCESO A LA VEREDA UNIÓN ALTO DE SATOCA - PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE, EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA

OBSERVACIONES

VoBo
ING. WILSON HERNANDO ROA GAMBOA
SECRETARIO DE PLANEACIÓN

REVISÓ
ING. WILSON HERNANDO ROA GAMBOA
SECRETARIO DE PLANEACIÓN

REALIZO
ING. JAIME EDUARDO GRANADOS RUEDA
T.P 17202 - 136055 CLD
ING. CIVIL, M.SC. ING. PH.D. INGENIERÍA

CONTIENE
ESTUDIO GEOTÉCNICO - LOCALIZACIÓN DE SONDEOS Y APIQUES

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
AGOSTO 2024

ARCHIVO:
LOCALIZACIÓN DE SONDEOS Y APIQUES.DWG

N°
1

1618