

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 1

**PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO
Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE
CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.**



ESTUDIO DE SUELOS

Elaborado por
JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil – Especialista en Geotecnia Ambiental

Localización:
SARAVENA – ARAUCA
Abril de 2019



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 2

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
1 PROYECTO	5
1.1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO	5
1.2 OBJETIVOS	5
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
1.4 DESCRIPCIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN DE CARGAS	7
2 CARACTERÍSTICAS ÁREA DEL PROYECTO	9
2.1 ASPECTOS FÍSICOS.....	9
2.1.1 <i>Geomorfología</i>	9
2.1.2 <i>Fisiografía</i>	10
2.1.3 <i>Estratigrafía</i>	11
2.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO	12
2.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	13
2.3.1 <i>Clima</i>	13
2.3.2 <i>Vegetación</i>	13
2.3.3 <i>Hidrografía</i>	13
2.4 EDIFICACIONES E INFRAESTRUCTURAS VECINAS.....	14
2.5 AMENAZAS Y RIESGOS	14
2.5.1 <i>De origen hidrológico</i>	14
2.5.2 <i>De origen geológico</i>	16
3 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.....	21
3.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	21
3.2 ENSAYOS EN CAMPO	22
3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO	22
4 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO	24
4.1 ESTRATIGRAFÍAS	24
4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS	25
4.2.1 <i>Ensayo normal de penetración, SPT</i>	25
4.3 ESTRATIGRAFÍA DE DISEÑO	28
4.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN	28
4.5 NIVEL FREÁTICO	29
5 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS.....	30
5.1 ESTIMATIVOS DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT	30
5.2 PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE (SU, C, ϕ)	32
5.3 COMPRESIBILIDAD	32
5.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD	33
6 ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS.....	35
6.1 PERFIL DE LOS SUELOS.....	35



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 3

6.2	CLASIFICACIÓN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	35
6.3	DETERMINACIÓN PARÁMETROS SÍSMICOS	37
6.4	ANÁLISIS DE LICUACIÓN DE LOS SUELOS	37
6.5	VERIFICACIÓN DE LA DISPERSIVIDAD DEL MATERIAL FINO	38
7	CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS	39
7.1	GENERALIDADES	39
7.2	NIVEL Y SISTEMA DE CIMENTACIÓN	39
7.2.1	<i>Cimentación superficial</i>	<i>40</i>
7.3	CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	40
7.3.1	<i>Ecuaciones de capacidad portante utilizadas en el análisis</i>	<i>40</i>
7.3.2	<i>Cálculos de capacidad de carga admisible de los suelos de fundación (“perfil de diseño”)</i>	<i>41</i>
7.4	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LAS OBRAS PROYECTADAS	43
7.4.1	<i>Metodologías para el cálculo de asentamientos</i>	<i>44</i>
8	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS OBRAS....	46
8.1	CONCLUSIONES	46
8.2	RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIONES	48
9	REFERENCIAS	49
	ANEXOS	50
	ANEXO A-1. REGISTRO FOTOGRÁFICO	51
	ANEXO A-2. PERFILES DE SUELOS	55
	ANEXO A-3. ENSAYOS DE LABORATORIO	59
	ANEXO A-4. DOCUMENTOS GEOTECNISTA	83
	ANEXO A-5. MEMORIA DE RESPONSABILIDAD	87



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 4

INTRODUCCIÓN

El presente informe hace parte fundamental del Estudio de Suelos para el proyecto “PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E”, el cual se efectuó con base en la información de tres sondeos con equipo de perforación a percusión, de las muestras tomadas del sitio de ubicación de las obras y en los ensayos de laboratorio del material encontrado en los sondeos, con el fin de obtener los parámetros necesarios para la determinación de la capacidad última y admisible del suelo de cimentación.

La cimentación puede definirse en general como el conjunto de elementos de cualquier edificación cuya misión es transmitir al terreno que la soporta las acciones procedentes de la estructura. Su diseño dependerá por tanto no solo de las características del edificio sino también de la naturaleza del terreno.

La importancia del conocimiento de los caracteres propios del suelo se pone de manifiesto desde el momento de la propia ejecución de la obra por su influencia sobre la seguridad de los trabajadores en la realización de excavaciones y movimientos de tierras, así como en la de los elementos auxiliares de la construcción: cimbras, encofrados, pozos y zanjas de cimentación líneas enterradas, etc.

Se realizaron tres (03) sondeos con recuperación utilizando herramienta manual y equipo a percusión, alcanzando los 6,00 m de profundidad máxima y 18.00 m de profundidad total explorada, en los cuales se encontraron dos estratos diferentes compuestos por arenas limosas de granulometría media a fina y gravas mal graduadas con limo y bloques de hasta 10 pulgadas.

Se tomaron muestras representativas de los estratos encontrados para ser analizados en laboratorio. Los parámetros que se emplearon para los respectivos cálculos de la capacidad de carga son los más críticos, es decir los menores valores, arrojados por los respectivos análisis.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 5

1 PROYECTO

1.1 PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

El presente informe se realiza con el fin de dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo de fundación de las estructuras para el proyecto “PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E”.

En el siguiente documento se observan las investigaciones geotécnicas, análisis de capacidad portante, cálculo de asentamientos y recomendaciones de los suelos para la construcción de la edificación.

Se describe la caracterización de materiales en lo referente a las propiedades físicas y mecánicas de los suelos existentes y se evalúan algunos fenómenos asociados con los parámetros sísmicos locales.

Adicionalmente antes de realizar la investigación, se recopilieron y evaluaron todos los datos disponibles sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto. Para el efecto se realizó una inspección de campo, se solicitaron las características del proyecto para evaluar todos parámetros concernientes de la construcción del mismo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Realizar el informe técnico correspondiente al Estudio de Suelos para el proyecto “PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E”.

1.2.2 Objetivos específicos

- Describir las características principales del área de estudio.
- Realizar la identificación del suelo, tomando muestras e información necesaria para la realización de ensayos de laboratorio.
- Caracterizar el estado actual en campo de los suelos, evaluando puntos como expansividad y colapsabilidad.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 6

- Determinar los parámetros de diseño que gobiernan la capacidad de carga de los suelos.
- Reconocer los aspectos y parámetros sísmicos del área de estudio y la clasificación del tipo de suelo según la NSR – 10.
- Evaluar las condiciones de terreno y definir las alternativas de cimentación.
- Generar recomendaciones de diseño y construcción.

1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto se localiza en el casco urbano del Municipio de Saravena en el Departamento de Arauca, sobre la calle 30 # 19A – 32 Barrio libertadores.

Figura 1-1 Ubicación general de Saravena en Colombia



Fuente: Sitio web: [www.es.wikipedia.org/wiki/ Saravena#](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Saravena#).

El proyecto consiste en la construcción de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital del Sarare ubicado en el casco urbano del Municipio de Saravena, que comprende una edificación con sistema estructural porticado de un piso de aproximadamente 1000 m2 que además cuenta con áreas de circulación perimetrales, clasificada como Edificaciones Indispensables (Grupo IV), según la Norma Sismo Resistente, NSR-10. No se contemplan obras de almacenamiento que involucren consideraciones adicionales de carga o uso.

En la figura 1-2 se observa más detalladamente la ubicación del proyecto en el municipio de Saravena.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 7

Figura 1-2 Ubicación específica del proyecto



Fuente: Google Earth. Fecha de imagen: 1/10/2014

1.4 DESCRIPCIÓN SISTEMA ESTRUCTURAL Y EVALUACIÓN DE CARGAS

Las obras proyectadas serán construidas en concreto reforzado, cumpliendo las exigencias de la norma sismo resistente. En todos los casos la interacción suelo-estructura determinará la vida útil y de servicio de la misma, por lo tanto, se esperan cargas a pedestal entre 10 y 30 Toneladas aproximadamente.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 8

La estructura a construir está conformada por pórticos en concreto reforzado constituida por columnas y vigas.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 9

2 CARACTERÍSTICAS ÁREA DEL PROYECTO

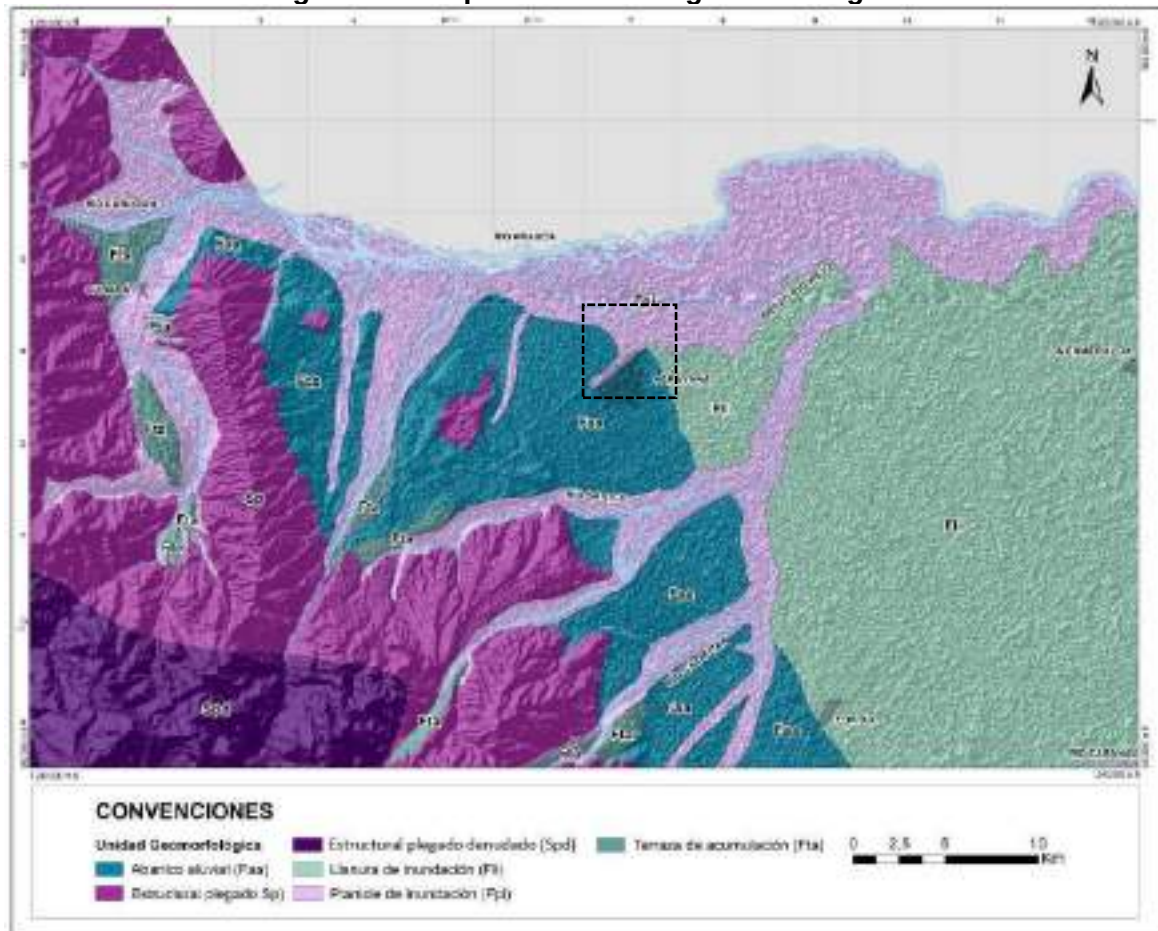
2.1 ASPECTOS FÍSICOS

El Municipio de Saravena se encuentra localizado al noroccidente del espacio geográfico de la Orinoquia Colombiana y representa uno de los paisajes más complejos en términos de su biodiversidad, de su conformación fisiográfica, de sus procesos culturales y de su dinámica de poblamiento.

2.1.1 Geomorfología

La zona de estudio se encuentra en el cuadrante F-6 de la Plancha 123 – Saravena de la Cartografía Geológica del Servicio Geológico Colombiano.

Figura 2-1. Mapa de unidades geomorfológicas



Fuente: Plancha 123 – Saravena. Servicio Geológico Colombiano. 2013



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 10

Se distinguen tres unidades geomorfológicas dentro de la zona de estudio de origen fluvial:

Llanura de inundación (Fli): Esta unidad se localiza hacia el Este del área de la plancha se caracteriza por ser una zona plana, con un contraste de relieve muy bajo, se diferencia de la planicie de inundación en que en esta unidad no se da actualmente la deposición de material transportado por los ríos que recorren la plancha, aunque puede estar sometida a inundaciones en épocas de alta pluviosidad.

Planicie de inundación (Fpi): Corresponde al área que han ganado los drenajes actuales y que se ubica a ambos lados de los mismos. Esta puede extenderse según el nivel del agua y en ella se acumula el material transportado por los ríos que recorren la plancha. Las planicies más importantes en la zona son las asociadas al río Arauca y sus afluentes y se extienden en un área aproximada de 380 km².

Abanico aluvial (Faa): El origen de esta geoforma está ligado a la orogenia Andina durante la cual las corrientes provenientes de valles estrechos en las montañas pasaron a una zona plana donde depositaron el material que transportaban. Los abanicos tienen relieve plano con laderas levemente inclinadas en la dirección de la corriente, estas son extremadamente largas y rectas, de forma plana. Ocasionalmente son cortadas por drenajes subparalelos muy largos y de baja densidad.

2.1.2 Fisiografía

El relieve del departamento de Arauca, está constituido por tres conjuntos morfológicos: la cordillera oriental, el piedemonte y la llanura aluvial. La Cordillera Oriental en el Occidente, representa aproximadamente la quinta parte de la superficie departamental y comprende elevaciones desde los 500 m, en límites con el piedemonte, hasta los 5380 m, en la Sierra Nevada del Cocuy; se caracteriza por las altas montañas, páramos cubiertos por pajonales y frailejones, pendientes abruptas, fuertemente disectadas y vertientes bajas con bosques subandinos.

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

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

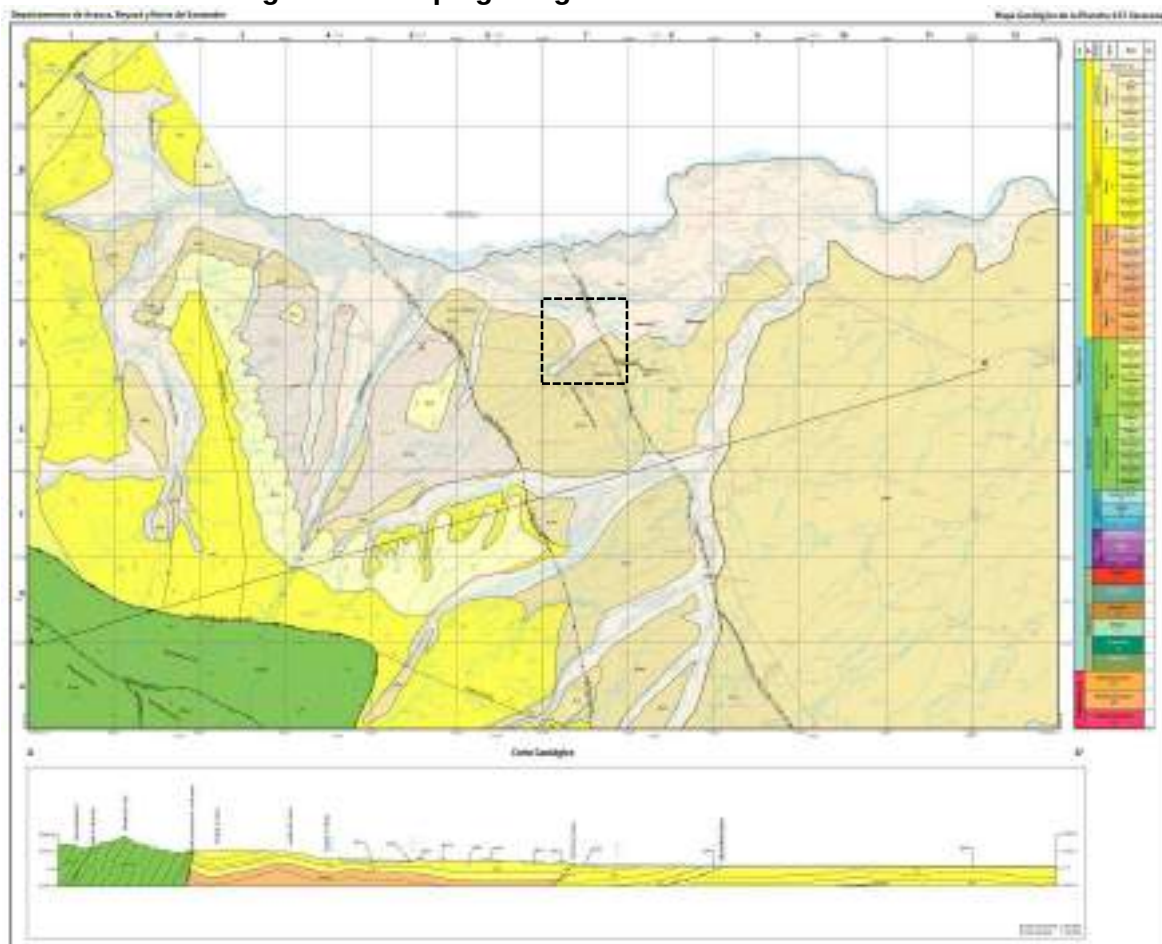


2.1.3 Estratigrafía.

En el cuadrante D-7 (zona de estudio) afloran depósitos cuaternarios con morfología completamente planas, donde se distinguen los depósitos de abanicos aluviales inferiores (Q_{1abi}).

Depósitos de abanicos aluviales inferiores (Q_{1abi}): La parte proximal de los abanicos aluviales inferiores presentan gravas de tamaño variable desde gránulo hasta cantos rodados, con predominio de tamaño guija a canto; con pendientes moderadas en los taludes hacia los caños y ríos, debido a la incisión por la erosión, en ocasiones con bloques en superficie hasta de 1 m de diámetro, de areniscas cuarzosas, lodolitas y arcillolitas. La parte distal del abanico presenta disminución en el tamaño de los clastos, con aumento del contenido de arena y limo y esporádicas gravas tamaño guija.

Figura 2-2. Mapa geológico Plancha 123 - Saravena



Fuente: Plancha 123 – Saravena. Servicio Geológico Colombiano. 2013

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 13

2.3 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

2.3.1 Clima

La temperatura promedio es de 25.5 grados centígrados; la precipitación pluvial es de 2890 mm al año y la humedad relativa es del 83%. El territorio del municipio cuenta con altitudes que van desde los 190 y 2600 m.s.n.m. Según el IDEAM la Humedad Relativa en Saravena es de 84% en promedio; el mayor porcentaje se da en el mes de junio con un 88% y el menor porcentaje se presenta en los tres primeros meses del año con un 80%. Estos porcentajes demuestran que en el municipio la humedad relativa es alta, si se tiene en cuenta que para el ser humano el rango de aceptación esté entre 50% y 70%.

2.3.2 Vegetación

Hasta los años 70 el municipio poseía diferentes variedades de árboles y plantas, pero a causa del proceso colonizador esta riqueza se ve menguada, aumentó considerablemente la tala indiscriminada y la explotación desmedida por parte de ambiciosos madereros. Sin embargo, todavía se pueden considerar en el inventario forestal árboles como: Flor amarillo, oloroso, pardillo, Ceiba, Tolúa, comino, balso y otras plantas no maderables como la guadua, cañabrava, palma real, yarumo, palma seje, palma sarare y guamo FAUNA: Al igual que la flora era muy abundante antes de la colonización, sin embargo se conservan algunas especies salvajes y otras relativamente domesticables como el chigüiro, el cerdo de monte o chacharo, tigrillo, lapas, picures, venados, armadillos, osos, zorros y micos además de serpientes y peces, entre las aves podemos destacar, garzas, guacamayas, pericos, guacharacas, tucanes, loros y pavas.

2.3.3 Hidrografía

Por influencia de la cordillera oriental se determina la distribución de las aguas corriendo en sentido sur / noreste, hacia la cuenca del río Arauca y a su vez, a la cuenca del Orinoco. En la cordillera, el recorrido es perpendicular al plegamiento hasta el cambio de cauce y en la parte plana, disperso hacia el Orinoco. El municipio presenta alta oferta hídrica debido al régimen mono modal que le permite contar con lluvias durante la mayor parte del año. Esta distribución temporal es complementada con la distribución espacial casi total en el área de jurisdicción. Además, en el suelo y subsuelo, a poca profundidad, se puede encontrar agua de buena calidad para diversas actividades.

La complejidad de la dinámica hídrica en el Municipio de Saravena no ha sido suficientemente estudiada y por ello se presentan diferentes situaciones de afectación a la producción, a viviendas ubicadas en zonas de riesgo, a infraestructuras como puentes, vías, tendidos eléctricos, etc.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 14

2.4 EDIFICACIONES E INFRAESTRUCTURAS VECINAS

En el área del proyecto se encuentran varias construcciones porticadas de un solo nivel, donde funciona el Pabellón de medicina Interna y el almacenamiento de gases medicinales. También existe otra edificación que fue construida en los últimos 10 años, pero se dejó en obra gris por razones desconocidas.

En una inspección breve de las estructuras existentes, se evidencio que no había grietas, fisuras o algún otro tipo de daño asociados al comportamiento del suelo de fundación. Esto es un indicativo bueno del comportamiento del suelo ante la presencia de cargas externas y su capacidad de soporte.

2.5 AMENAZAS Y RIESGOS¹

La zonificación de amenazas naturales como: inundaciones, movimientos en masa e incendios forestales (área urbana y rural) son de carácter preliminar, tienen como fuente el estudio que hizo el departamento de Arauca para elaborar el POT departamental, cuyo consultor fue el IGAC en el año 2006.

Entre las principales amenazas que se pueden presentar en Saravena se tiene:

2.5.1 De origen hidrológico,

Inundaciones:

Las inundaciones son eventos recurrentes que se producen en las corrientes de agua, como resultado de lluvias intensas o continuas que, al sobrepasar la capacidad de retención del suelo y de los cauces, se desbordan y cubren con agua los terrenos relativamente planos que se encuentran aledaños a las riberas de ríos y quebradas (los de mayor recurrencia en Colombia). Las inundaciones se pueden dividir de acuerdo con el régimen de los cauces en: lenta o de tipo aluvial y súbita o de tipo torrencial.

En general, los eventos de inundación conocidos por la comunidad están relacionados con los incrementos en el nivel de las aguas y la anegación de áreas, no importando la causa de los mismos, bien sean desbordamientos sistemáticos de corrientes, cambios de curso de las mismas, lluvias intensas en áreas planas, encharcamientos por inadecuado drenaje superficial natural o urbano eventos, catastróficos como represamientos y crecientes súbitas o avalanchas.

¹ Información tomada del PBOT vigente.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 15

La ubicación del municipio en área del piedemonte, la configuración geomorfológica del terreno, la existencia de numerosos cuerpos lóticos y la alta pluviosidad en determinados períodos del año determinan una alta amenaza por inundaciones.

Para atender las diferentes situaciones de emergencia generadas por las inundaciones mencionadas el Departamento y el Municipio han instalado infraestructuras y han realizado acciones que se pierden anualmente y se convierten en soluciones de carácter temporal.

El estudio basado en información del IGAC 2006 permitió establecer que sólo un 14% del área del municipio no tiene amenaza de inundación, correspondiente a las áreas altas del municipio, fundamentalmente hacia el occidente del municipio, y mayoritariamente en áreas de comunidades indígenas. El 9,24% del terreno del municipio tiene baja amenaza de inundación y corresponde también a áreas en partes altas del municipio. El 42,6% del área del municipio es susceptible en grado medio a inundaciones. El 29,75%, casi una tercera parte del área del municipio tiene alta amenaza por inundaciones, que corresponde a la totalidad de la Isla del Charo y a las áreas aledañas a los diferentes cursos de agua o rondas de protección y adyacentes de las fuentes hídricas de la cuenca del Río Banadías y parte de las rondas de protección del Río Bojabá.

Estas amenazas por inundaciones y desbordamientos a nivel de detalle se presentan a continuación.

Alto amenaza por desbordamientos de las fuentes hídricas en la zona rural. Se afectan periódicamente las veredas: Isla del Charo, Islas del Bojabá, Playas del Bojabá, Caño Negro, Campo Oscuro, Puerto Nariño, Rancho Pilón, Cobalongos, Puerto Lleras, Puerto Arturo, San Joaquín, San Miguel.

En el año 2006 se inundaron las veredas Agua Santa, La Chucua y Caño Rojo, que no se inundaban desde 1988.

Por desbordamientos del Caño Pescado y Madre Vieja se inundan las veredas Campo Oscuro, El Pescado, Puerto Rico, Bajo Pescado, Puerto Arturo, Charo Alto, Charo Centro, Madre Vieja, San Rafael, Monte dentro y la Inspección de Puerto Nariño.

Por desbordamientos de los Ríos Satocá y San Miguel hay peligros en las veredas Satocá, San Miguel, San Joaquín y Alto San Joaquín.

El desbordamiento potencial del Río Banadía, en el Municipio de Fortul, sobre la Quebrada La Colorada, amenaza las veredas La Colorada, Los Alpes, La Pajuila, La Granada y parte del Municipio de Arauquita.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 16

Se invadieron cauces naturales y rondas de protección con asentamientos poblacionales y producción agropecuaria, así se presentan amenazas en sitios de la ribera del río Arauca y Madre Vieja en las veredas La Palma, El Remolino, Puerto Contreras, El Dique y la Inspección de Puerto Nariño.

En el casco urbano, los barrios Libertadores, La Esperanza, un sector del centro, San Luis, Las Flores, San Jorge y Pinzón se asentaron en el área de ronda de protección de la Quebrada La Pava. El desbordamiento de esta quebrada, a la altura de la vereda del mismo nombre, afecta más del 30% del casco urbano, a los barrios que están ubicados en las cotas topográficas más bajas; se ven afectados los barrios Versalles, Libertadores, Pinzón, Montebello, Las Palmeras, Santander, Los Alpes.

Por inexistencia de drenajes para la evacuación de aguas lluvias, se inundan los barrios Las Flores, San Jorge, Salinas, Villa Fany, Alfonso López, complejo metalmecánico, Las Villas, Madres Cabeza de Hogar.

Avalanchas:

Alta amenaza de avalanchas en los Ríos Satocá, Banadía, San Miguel, Calafitas y Bojabá, que coinciden con la alta amenaza de inundación sobre estos ríos.

2.5.2 De origen geológico.

Deslizamientos o remoción en masa:

Los fenómenos de remoción en masa, son desplazamientos de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta.

Se clasifican de acuerdo con sus características, velocidad de movimiento, magnitud y material transportado. Se incluyen dentro de los fenómenos de remoción en masa los deslizamientos, volcamientos, caídas y flujos de roca o suelo, y entre estos últimos los flujos a lo largo de los cauces cuando el material que cae se mezcla con la corriente de agua, como es el caso de las llamadas avenidas torrenciales.

En la región andina colombiana por lo abrupto de las montañas y la acción de agentes antrópicos, biológicos y meteóricos (lluvias, vientos y cambios de temperatura) hacen que exista una alta susceptibilidad a la acción de eventos como deslizamientos y avalanchas. Aunque estos eventos se presentan en zonas muy específicas y por lo general con una pequeña área de influencia, ocasionan pérdidas humanas y materiales, obstrucción y congestión en los servicios vitales básicos, colapso o la seria deformación de edificaciones,



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 17

estructuras o establecimientos, debido a la fuerza extrema causada por el deslizamiento. Son después de las inundaciones los fenómenos más frecuentes en el país.

Algunos de los eventos característicos de remoción en masa, su ambiente de ocurrencia, los factores que favorecen su presencia, los que aceleran su acción e intensifican sus impactos y la relación con otros eventos, que se podrían generar como deslizamientos en roca y suelo, desprendimientos de laderas, flujos de suelo.

La configuración geomorfológica del municipio con pronunciadas pendientes y buena parte del área al pie de estas pendientes determina diferentes grados de amenaza por deslizamientos.

Existe un 3,06% del área del municipio con Muy Alta Amenaza por deslizamiento correspondiente a áreas con altas pendientes en la parte derecha del cauce del Río Satocá y a una pequeña elevación aislada ubicada en el noroccidente del municipio.

La Amenaza Alta es del 12,87% del área del municipio, y corresponde a áreas ubicadas en territorios indígenas en la parte sur – occidental del municipio.

La Amenaza intermedia es del 18,72% del área del municipio correspondiendo a áreas de laderas que llegan al piedemonte, sobre todo en la parte sur occidental del municipio y a terrenos en diferentes islas configuradas en los Ríos Arauca, Madre Vieja y Banadías.

El resto del área del municipio, un 60,98% tiene amenaza en grado bajo de deslizamiento.

En detalle existe una Alta amenaza por desprendimientos en las partes altas del distrito 9 del área rural, veredas Alto San Joaquín, Guasualito, San Miguel, Las Palmeras, San Joaquín, San Miguel 2 y Caño Esmeralda.

De igual manera un desprendimiento en la Vereda Calafitas posibilitaría un represamiento con amenaza de avalancha del Río Calafitas. (Aunque este desprendimiento está ubicado en área del municipio de Fortul afectaría población del Municipio de Saravena).

Sísmico:

Los sismos (conocidos también como terremotos) son causados por movimientos bruscos que se producen entre fragmentos de la corteza terrestre y que desprenden grandes cantidades de energía.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 18

Se conocen por las vibraciones o movimientos del terreno que generan, pero también pueden causar dependiendo de su localización y magnitud, otros fenómenos secundarios como fallas del terreno, avalanchas y tsunamis.

Según SIGAM – 2007, “Saravena se encuentra dentro del sistema de fallas del Piedemonte Llanero; sistema que se extiende a lo largo del flanco oriental de la Cadena Andina desde Ecuador hasta Venezuela y define el límite entre el dominio orogénico deformado y el Cratón Suramericano. Las fallas de este sistema son generalmente inversas con buzamiento hacia la cordillera excepto la distribución de la sismicidad delinea, en el continente, los cabalgamientos de vergencia opuesta paralelos a los piedemontes que ponen en evidencia el levantamiento y frente de deformación asociados a la convergencia de las placas de Nazca, Caribe y Sudamérica, y en profundidad, las peculiaridades del proceso de subducción (Taboada, A, 1.998). La Falla Frontal de la Cordillera Oriental conforma uno de los sistemas más activos de los Andes del Norte. El tipo de fallamiento, su longitud y su posición, se combinan con los parámetros de sismicidad para asignar a esta falla una magnitud última posible de 8 en la escala Ms. La longitud media de los segmentos mayores oscila entre 60 y 80 kilómetros, representando fuentes sismogénicas de alta capacidad destructora (Alarcón y Otros-Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 1.998).

Según Taboada (1.998) el Sistema Yopal es uno, uno de los sistemas de fallas activas y potencialmente activas en Colombia. Saravena hace parte de este sistema. El anterior autor describe el sector norte del piedemonte llanero así: hacia la frontera con Venezuela la dirección de las fallas activas más externas del piedemonte cambia progresivamente de azimut NE-SW a NS.

Estas fallas terminan contra nuevos accidentes de dirección NW-SE y movimiento inverso sinistral convergencia hacia los llanos de Venezuela. Si bien la sismicidad de la RSNC en este sector es difusa, se destaca la ocurrencia del sismo de 1.724 (I=X). Hacia la zona axial de la cordillera se observan nuevas fallas de dirección NS convergencia al NE, como la falla de Sácama, que contribuyen a la formación del relieve cordillerano que, en este sector, presenta una geometría en forma de cuña o boomerang. En esta zona se define un nuevo brazo de cordillera de dirección NNW conocido como el Macizo de Santander, limitado al este por la falla Santa Marta-Bucaramanga.

De acuerdo al plano geológico de Arauca del Instituto Colombiano de Geología y Minería “INGEOMINAS” (1.999), en Saravena se encuentran seis (6) fallas de las cuales cuatro (4) son inversas, una de rumbo dextral y de tipo una definida. De esta la más conocida es la frontal del borde llanero, que se localiza en el este y noreste del municipio, pasando entre Puerto Nariño y Saravena, hasta continuar a Venezuela por la Isla del Charo; que coincide con el centro de la amenaza (de media a alta) sísmica de la región. Las demás se localizan



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 19

en el extremo sureste de municipio, correspondiendo a la zona de cordillera y más elevada (1.000 – 2.000 m.s.n.m).

En cuanto a los registros históricos de sismicidad se tiene que el más destructor y de mayor significado fue en 1.906 en el Océano Pacífico con una intensidad de 8,6 provocando tsunami y sintiéndose en la mayor parte de Colombia. Le siguen en su orden en el mismo Océano en 1.942 con 7,9; y con 7,8 en 1.904 y 1.958 respectivamente (Taboada y otros, 1.998).

Para el Piedemonte Llanero son de destacar en 1.995 en Tauramena (Casanare) y Cubará ambos con intensidad entre 6,5 – 7; en 1.923 en Paratebueno (Cundinamarca) con una intensidad entre 6 – 6,5 y Nuchía (Casanare) con intensidad entre 5,5 – 6 (INGEOMINAS, 1.995).

Para analizar el riesgo sísmico de Saravena, se tuvo en cuenta información anterior y registros de los municipios del piedemonte de Arauca (Tame, Fortul y Saravena) y Cubará (Boyacá), pues este fenómeno natural no tiene fronteras y en la mayoría de los casos afecta a más de un municipio.

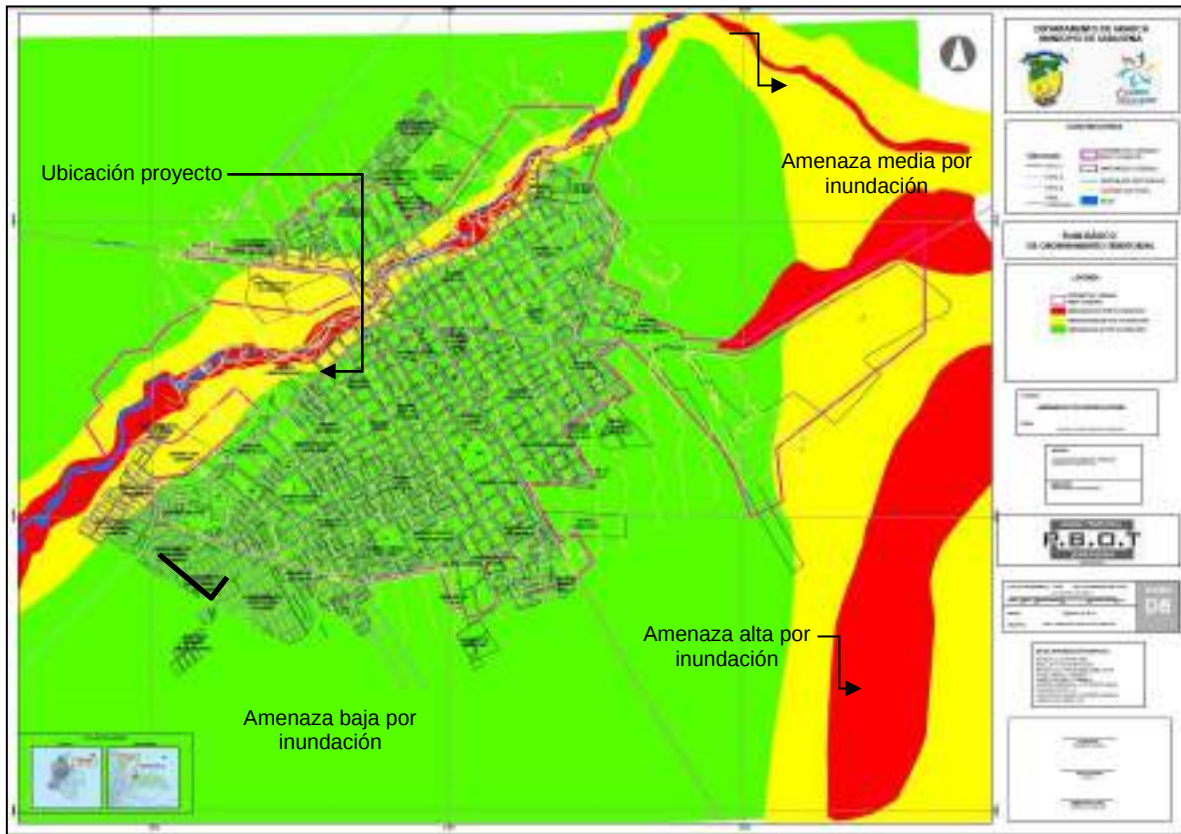
Se puede concluir que Saravena es el municipio donde menos frecuencia de eventos sísmicos se presentan en el área del piedemonte Araucano y el municipio de Cubará (Boyacá). Los municipios donde mayor número de eventos de sismicidad se presentan son Cubará seguido de Fortul. Pero esto no quiere decir que Saravena presente menos vulnerabilidad a los efectos de un fenómeno natural de importancia, pues realmente se encuentra dentro de dos zonas de alta sismicidad, y la ocurrencia de un evento mayor, puede generar efectos y desastres en toda la región, pues las distancias son pocas; a la zona urbana de Cubará, 35 km y a Fortul 26 Km. El sismo del 17 de enero de 2.000 en Fortul de 5,9 de magnitud y superficial, merece atención, pues si lo comparamos con el del epicentro en Córdoba (Quindío) el 25 de enero de 1.999 donde se originaron daños y víctimas en la zona cafetera; fue de 6,2 de magnitud y superficial. Sin embargo, el Estudio General de Amenaza Sísmica en Colombia del INGEOMINAS-Universidad de los Andes en 1.996, dentro de las zonas de amenaza sísmica está en un riesgo alto y medio; teniendo en cuenta las normas sismo resistentes le asignan valores de Aa (aceleración pico efectiva) de 0,25g y Ad de 0,03, siendo los más altos en Colombia 0,40g y 0,06 respectivamente; y en el departamento de Arauca con valores más altos Fortul y Saravena.

El Plan Básico de Ordenamiento Territorial estableció las áreas de mayor amenaza en el casco urbano del municipio, las cuales se ilustran en la figura 2-4. Los predios del Hospital del Sarare, ubicado en el Barrio Libertadores, se encuentra en amenaza baja y media por inundación.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 20

Figura 2-4. Amenazas naturales urbanas municipio de Saravena



Fuente: PBOT Municipio de Saravena.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 21

3 INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO

3.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Las exploraciones geotécnicas realizadas con el fin de caracterizar y evaluar las condiciones de fundación para el proyecto “Construcción de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital del Sarare E.S.E.”, comprendieron:

- Sondeos con equipo manual a percusión.
- Penetración estándar SPT.
- Recuperación de muestras alteradas para caracterización y cálculo de propiedades físicas.

Sondeos manuales

Se realizaron tres (3) sondeos con equipo de perforación manual a percusión con el objetivo de recuperar muestras alteradas directamente de la excavación. La cantidad de perforaciones y su profundidad se basa en criterios mínimos definidos en el numeral H.3 del Título H de la NSR-10 para unidades de construcción de categoría baja (construcciones de hasta tres niveles).

En el Cuadro 3-1 se presentan las profundidades de las perforaciones finalmente ejecutadas y su ubicación geográfica. En la figura 3-1, se muestran la ubicación de las perforaciones ejecutadas.

Cuadro 3-1. Localización y profundidad de los sondeos

Sondeo	Latitud	Longitud	Profundidad
S -01	06°57'20.2"N	71°52'57.6"O	6.00 m
S -02	06°57'20.4"N	71°52'56.9"O	6.00 m
S -03	06°57'20.5"N	71°52'56.4"O	6.00 m

De los sondeos se recuperaron muestras de suelo alteradas para ensayos de clasificación, y pesos unitarios.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 22

Figura 3-1 Ubicación de los sondeos exploratorios



Fuente: Google Earth Pro. Fecha de imagen: 1/10/2014

3.2 ENSAYOS EN CAMPO

En cada uno de los apiques realizados se llevaron a cabo los siguientes ensayos de campo:

- Barrenos manuales.
- Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
- Extracción de muestras.

Con estos ensayos se conocieron las propiedades físicas de consistencia y humedad de los suelos, igualmente se estimaron los parámetros de resistencia de los suelos explorados y con las muestras extraídas se procedió a la realización de los ensayos de laboratorio.

3.3 ENSAYOS DE LABORATORIO

De las exploraciones realizadas se tomaron muestras para realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Peso unitario.
- Corte directo.



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 23

La exploración de campo y los ensayos de laboratorio se realizaron con el propósito de determinar las características y propiedades de los suelos que componen la zona de fundación de la obra mencionada. En el Anexo A-1 se incluyen los registros fotográficos, en el Anexo A-2 los perfiles de suelos y en el Anexo A-3 los ensayos de laboratorio realizados.

La cantidad de ensayos ejecutados se relaciona en el Cuadro 3-2.

Cuadro 3-2 Cantidad total de ensayos ejecutados en campo y laboratorio

Ensayo	Cantidad	Norma
Ensayos de Laboratorio		
Contenido de humedad	9	INV E-122-13
Granulometría	9	INV E-123-13
Peso unitario	9	-
Corte directo	1	INV E-154-13
Ensayos de Campo		
Penetración estándar (SPT)	9	INV E-111-13

Para mayor información de los procedimientos de ensayos, por favor remitirse a las normas INVIAS respectivas dadas en el Cuadro 3-3.



4 CARACTERIZACIÓN DEL SUBSUELO

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

La clasificación de los suelos se realizó tanto con el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) como con el sistema de clasificación AASHTO. La descripción realizada para caracterizar los suelos se basa en la clasificación SUCS.

4.1 ESTRATIGRAFÍAS

Los suelos de la zona están compuestos por abanicos aluviales (Q_{1abi}), estratificados de arenas limosas de granulometría media a fina y gravas mal gradadas con arena, pocos finos y con presencia de cantos subredondeados de hasta 10 pulgadas. Los suelos materiales de naturaleza granular abundan en toda la profundidad explorada. Se identificaron por medio de la campaña de exploración geotécnica principalmente los materiales o grupos de materiales que se describen a continuación. La caracterización de los suelos se realizó considerando los resultados de los ensayos presentados en el Cuadro 4-1.

Cuadro 4-1. Resumen de resultados de laboratorio

Sondeo	Muestra	Rango de muestreo (m)	Peso Unitario Ton / m ³	Gravedad específica Gs	Distribución granulométrica				Límites de plasticidad				Humedad		Clasificación de suelos		
					Grava	Arena	Limo	Arcilla	LL	LP	IP	IL	Weq	Natural	U.S.C.	AASHTO	Índice de grupo
S-01	1	0.00 - 1.20	1.890	2.662	0.00	60.77	39.23	-	-	-	-	-	-	12.42	SM	A-4	1
	2	1.20 - 3.00	2.050	2.652	84.02	9.81	6.17	-	-	-	-	-	-	1.52	GP-GM	A-1-a	0
	3	3.00 - 6.00	2.057	2.653	79.69	10.39	9.92	-	-	-	-	-	-	3.66	GP-GM	A-1-a	0
S-02	1	0.00 - 1.10	1.875	2.661	0.00	63.28	36.72	-	-	-	-	-	-	7.37	SM	A-4	0
	2	1.10 - 3.30	2.053	2.652	83.14	11.40	5.46	-	-	-	-	-	-	1.63	GP-GM	A-1-a	0
	3	3.30 - 6.00	2.063	2.653	78.50	11.28	10.22	-	-	-	-	-	-	4.62	GP-GM	A-1-a	0
S-03	1	0.00 - 1.00	1.905	2.661	0.00	64.49	35.51	-	-	-	-	-	-	11.70	SM	A-4	0
	2	1.00 - 2.00	2.037	2.652	83.69	11.22	5.09	-	-	-	-	-	-	1.89	GP GM	A-1-a	0
	3	2.00 - 6.00	2.068	2.653	79.57	11.37	9.06	-	-	-	-	-	-	3.88	GP GM	A-1-a	0
Mínimo			1.875	2.652	0.00	9.81	5.09	-	-	-	-	-	-	1.52	-	-	-
Promedio			2.000	2.655	54.29	28.22	17.49	-	-	-	-	-	-	5.41	-	-	-
Máximo			2.068	2.662	84.02	64.49	39.23	-	-	-	-	-	-	12.42	-	-	-
Promedio sobrecapa			1.890	2.661	0.00	62.85	37.15	-	-	-	-	-	-	10.50	-	-	-
Promedio suelo de fundación			2.055	2.652	81.44	10.91	7.65	-	-	-	-	-	-	2.87	-	-	-

Fuente: Propia



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 25

4.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

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

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

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

4.2.1 Ensayo normal de penetración, SPT.

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

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

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

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 26

Uso de puntaza:

En ocasiones, si se trata de un suelo granular grueso, para no dañar el bisel de la puntaza abierta o zapata de hincia, suele substituirse por una puntaza ciega.

Por ultimo en *Jiménez Salas et al. (1975)* se recomienda el uso de un factor de corrección de 1.3 si el ensayo se realiza con puntaza ciega, ya que el ensayo normalizado es el realizado con puntaza abierta:

$$N(\text{puntaza}) = 1,3N(\text{cuchara})$$

O lo que es lo mismo:

$$N(\text{cuchara}) = (1/1,3)N(\text{puntaza})$$

En la Figura 4-1 se muestran los perfiles encontrados para el número de golpes, N, en el ensayo normal de penetración, SPT, para cada uno de los sondeos realizados. Se aprecia un aumento para los valores del número de golpes encontrados en cada sondeo a medida que aumenta la profundidad.

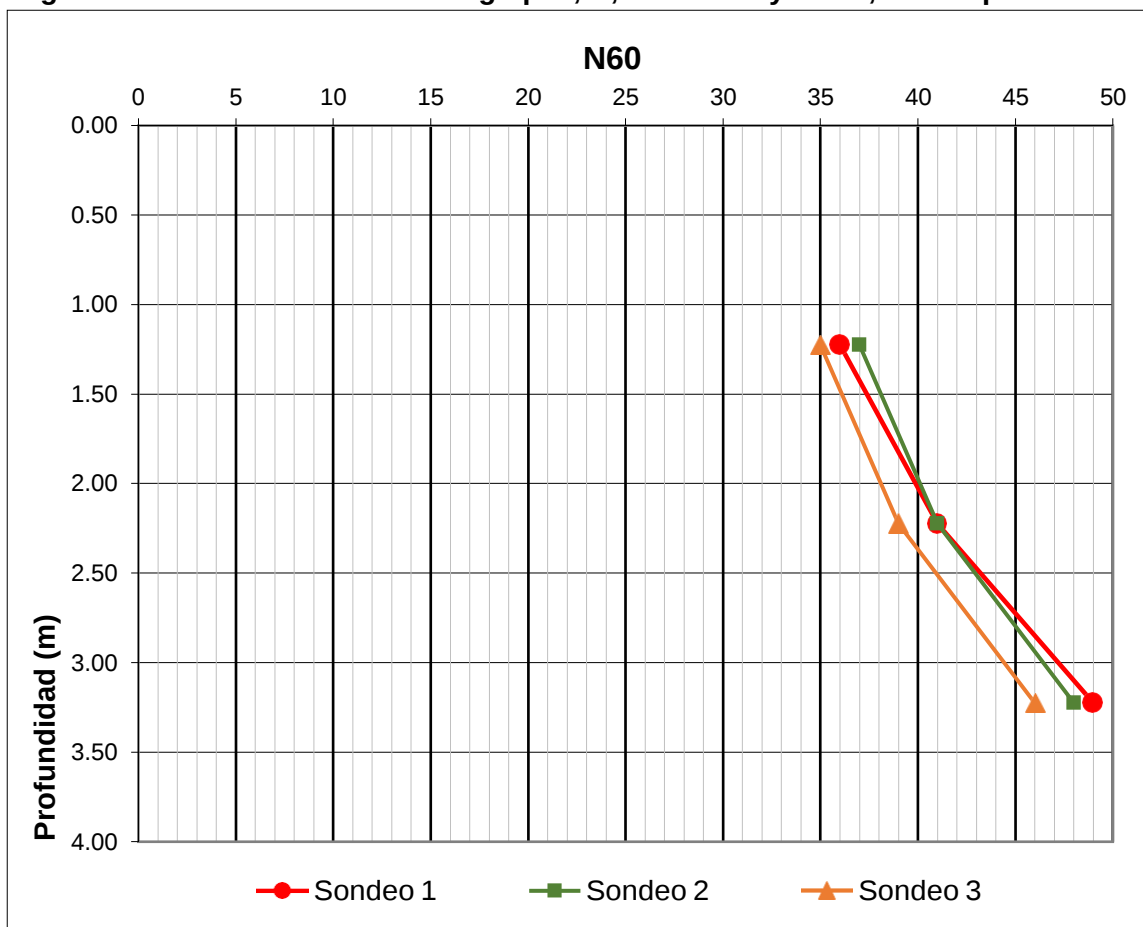
El ensayo de penetración estándar (SPT) realizado en los barrenos manuales, permitió determinar los parámetros de resistencia de los suelos, tales como el ángulo de fricción interna y resistencia al corte no drenado (S_u). La consistencia y densidad relativa de los suelos puede ser calificada de acuerdo con lo indicado por Terzaghi y Peck. En el Cuadro 4-2 se muestran los criterios de clasificación según el número de golpes por pie del ensayo de penetración estándar (N_{SPT}).

Cuadro 4-2. Criterios de clasificación según el número de golpes del ensayo de penetración estándar (N_{SPT})

CONSISTENCIA ARCILLAS	N	DENSIDAD RELATIVA ARENAS Y LIMOS	N
Muy blanda	< 2	Muy suelta	<4
Blanda	2 - 4	Suelta	4 - 10
Media	4 - 8	Media	10 - 30
Firme	8 - 15	Densa	30 - 50
Muy Firme	15 - 30	Muy Densa	>50
Dura	>30		

En el Cuadro 4-3 se presenta el resumen del número de golpes/pie para cada depósito de suelo encontrado en los sondeos.

Figura 4-1. Curvas de número de golpes, N, en el ensayo SPT, contra profundidad



Fuente: propia

Cuadro 4-3. Número de golpes/pie N_{CAMPO}

Sondeo	Muestra	Profundidad Inicial (m.)	Profundidad Final (m.)	Profundidad Media (m.)	golpes/pie con puntaza			golpes/pie cuchara = puntaza/1.3			N_{CAMPO}
					1	2	3	1	2	3	
S-01	1	1.00	1.45	1.23	13	20	27	10	15	21	36
	2	2.00	2.45	2.23	19	24	30	15	18	23	41
	3	3.00	3.45	3.23	25	31	33	19	24	25	49
S-02	1	1.00	1.45	1.23	15	19	28	12	15	22	37
	2	2.00	2.45	2.23	19	25	29	15	19	22	41
	3	3.00	3.45	3.23	22	29	34	17	22	26	48
S-03	1	1.00	1.45	1.23	17	22	23	13	17	18	35
	2	2.00	2.45	2.23	20	23	27	15	18	21	39
	3	3.00	3.45	3.23	24	26	34	18	20	26	46

Cuadro 4-4. Número de golpes/pie promedio corregido N_{60}

Sondeo	Prof. [m]	$N_{60}[-]$
S-01	1.00 - 3.45	29
S-02	1.00 - 3.45	29
S-03	1.00 - 3.45	27

Según los resultados de los ensayos de SPT para el perfil de diseño, los suelos encontrados son de densidad relativa **MEDIA**.

4.3 ESTRATIGRAFÍA DE DISEÑO

El suelo superficial está constituido por material grueso del tipo arena limosa de granulometría media a fina (**SM**) de color amarillo de densidad relativa suelta.

Seguido de estos suelos se encuentran mezclas de grava y arena con pocos finos (**GP-GM**) de color amarillo a café con presencia de cantos rodados de hasta 10 pulgadas, que se extienden hasta los 6.00 m (máxima profundidad explorada). Este estrato presenta una compacidad media, densidad media y en estado de humedad seca.

En el Cuadro 4-5 se presenta la estratigrafía completa del subsuelo del área de estudio.

Cuadro 4-5 Estratigrafía general registrada con los sondeos S-01, S-02 y S-03

Sondeo	Arena limosa	Gravas con arena, limo y bloques
S – 01	0.00 m – 1.20 m	1.20 m – 6.00 m
S – 02	0.00 m – 1.10 m	1.10 m – 6.00 m
S – 03	0.00 m – 1.00 m	1.00 m – 6.00 m

Se observa que se mantiene la misma distribución de material, por lo tanto, se concluye que se trata de un solo perfil de suelo presente en el área del proyecto o un perfil geotécnico de diseño único.

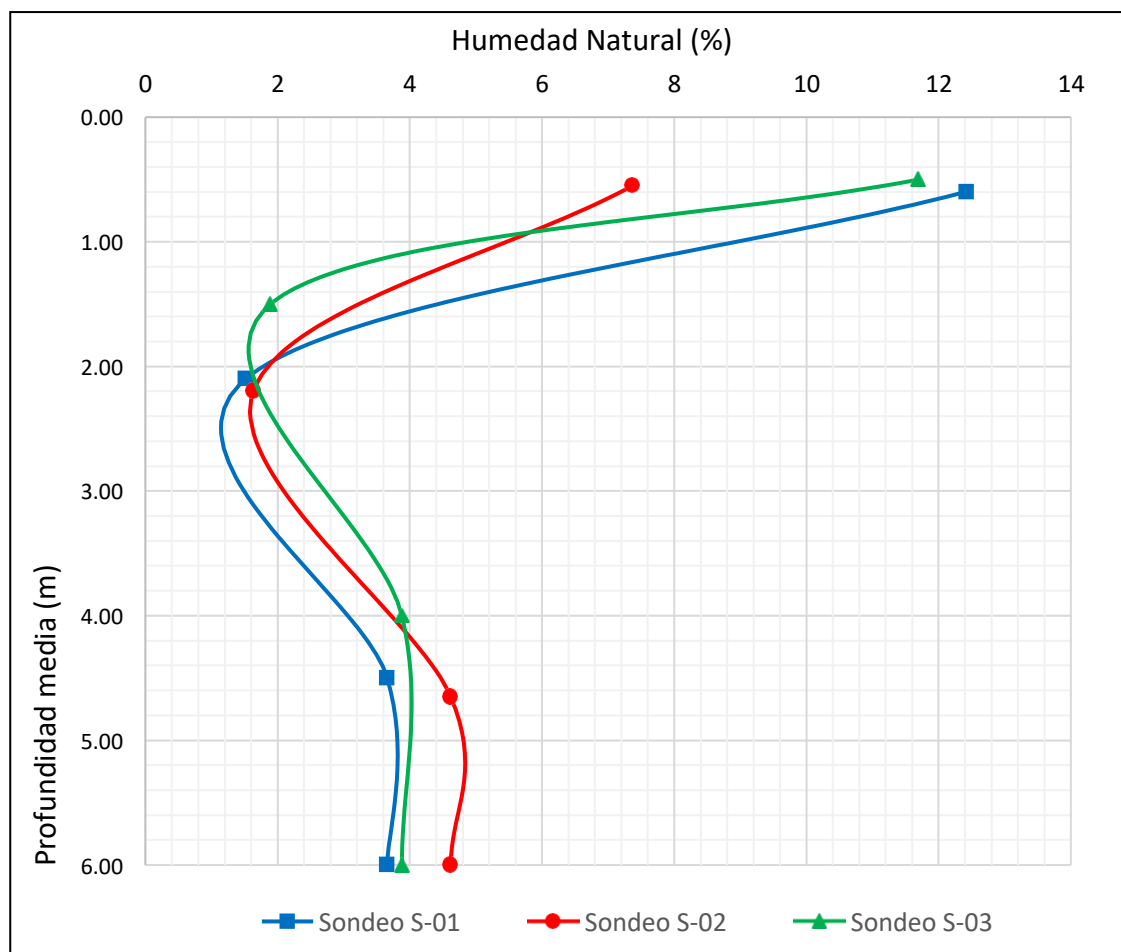
4.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Los suelos encontrados en los apiques exploratorios corresponden a arenas limosas y mezcla de grava, arena y bloques, luego de realizado los ensayos de límites a la porción fina se determinó que no poseían características plásticas y por ende corresponden a suelos no expansivos.

4.5 NIVEL FREÁTICO

El nivel freático no se evidenció hasta la profundidad explorada (6.00 m). La humedad de promedio de los suelos encontrados fue de 5.41%, siendo el estrato superficial el más húmedo.

Figura 4-2. Curvas de humedad contra profundidad



Fuente: Propia

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 30

5 DEFINICIÓN DE PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

5.1 ESTIMATIVOS DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT

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

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

- Obtener el valor de N (golpes/pie) en campo, con la profundidad respectiva e identificar al tipo de suelo en el cual se hizo el ensayo. En el estrato de grava limosa se empleó una puntaza para lo cual el valor de N de la cuchara fue corregido, $N(\text{cuchara}) = (1/1,3)N(\text{puntaza})$.
- Colocar al ensayo la profundidad media entre las dos lecturas de golpes que se usen.
- Obtener o estimar el valor del peso unitario total de la muestra, preferentemente en el sitio. Esta se puede obtener de la muestra de la cuchara perdida, pero corrigiendo el área por la compresión que sufre la muestra al entrar al muestreador.
- Obtener lo más fiablemente posible la posición del nivel piezométrico
- Calcular el valor de los esfuerzos totales (σ), la presión de poros (u_w) y los esfuerzos efectivos ($\sigma' = \sigma - u_w$) para toda la columna de ensayo. Hay que tener en cuenta que el material puede estar saturado y la presión de poros puede ser negativa hasta la altura de capilaridad.
- El valor de N_{45} para Colombia se corrige por confinamiento con la formulación de C_n de Seed/Idriss (Marcuson), teniendo cuidado que $C_n \leq 2$.
- Se obtiene el valor de ϕ_{eq}' con la fórmula de Kishida.
- Se calcula el valor de $\tau = \sigma' \times \tan(\phi_{eq}')$
- Se agrupan los valores de τ y σ' por tipos de materiales

Cuadro 5-1 Parámetros de resistencia

La determinación de los parámetros de resistencia, se basa en las siguientes expresiones matemáticas:

$$\sigma = \sum_{i=0}^n \gamma_i Z_i$$

σ = Esfuerzo vertical normal
 γ_i = Peso unitario en el nivel i

Z_i = Profundidad del nivel i

N_{cor} = Número de golpes corregido

N = Número de golpes en campo

C_n = Factor de corrección

$$\mu = \gamma_w * Z_w$$

μ = Presión del agua intersticial

γ_w = Peso unitario del agua

Z_w = Profundidad

ϕ_{eq} = ángulo de resistencia al corte

N_{cor} = Número de golpes corregido

$$\sigma' = \sigma - \mu$$

σ' = Esfuerzo vertical efectivo

σ = Esfuerzo vertical normal

μ = Presión del agua intersticial

σ = Esfuerzo cortante

ϕ_{eq} = ángulo de resistencia al corte

σ' = Esfuerzo vertical efectivo

$$RS = \frac{\sigma'}{Pa}$$

RS = Parámetro adimensional

σ' = Esfuerzo vertical efectivo

Pa = Presión atmosférica

C_n = Factor de corrección

K = Constante del modelo

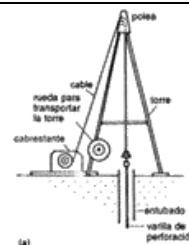
RS = Parámetro adimensional

$$N_{cor} = N * C_n$$

$$\phi_{eq}' = 15 + (12.5 N_{cor})^{0.5}$$

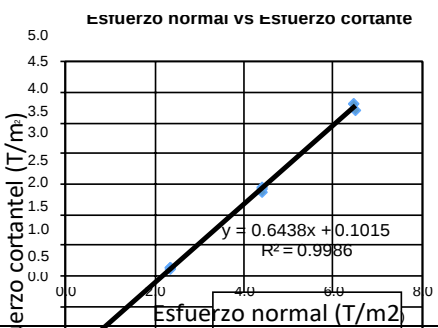
$$\tau = \tan(\phi_{eq}') \sigma'$$

$$C_n = 1 - K \log RS$$



Altura sobre nivel del mar: 230 m

Presión atmosférica : 10.07 T/m²

PARÁMETROS DE RESISTENCIA	So ndeo	M uestra	SPT				Prof. m	Nivel piezométrico m	σ T/m ²	μ T/m ²	σ' T/m ²	SPT corregido			ϕ_{eq}	σ' T/m ²	τ T/m ²
			N1	N2	N3	N						RS	Cn	Ncor			
	1	1	10	15	21	36	1.23		2.35	0.00	2.35	0.23	1.89	31	34.69	2.35	1.63
	1	2	15	18	23	41	2.23		4.40	0.00	4.40	0.44	1.51	28	33.71	4.40	2.94
	1	3	19	24	25	49	3.23		6.45	0.00	6.45	0.64	1.27	28	33.71	6.45	4.31
	2	1	12	15	22	37	1.23		2.34	0.00	2.34	0.23	1.89	32	35.00	2.34	1.64
	2	2	15	19	22	41	2.23		4.39	0.00	4.39	0.44	1.51	28	33.71	4.39	2.93
	2	3	17	22	26	48	3.23		6.45	0.00	6.45	0.64	1.27	28	33.71	6.45	4.30
Pendiente m = 0.6438 Ángulo de resistencia al corte $\phi = 32.8^\circ$ Cohesión C = 0.10 kg/cm²																	
PARÁMETROS DE RESISTENCIA	3	1	13	17	18	35	1.23		2.36	0.00	2.36	0.23	1.89	30	34.36	2.36	1.62
	3	2	15	18	21	39	2.23		4.42	0.00	4.42	0.44	1.51	26	33.03	4.42	2.87
	3	3	18	20	26	46	3.23		6.48	0.00	6.48	0.64	1.27	26	33.03	6.48	4.22

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

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

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

Perfil de diseño

El Cuadro 5-2 resume los parámetros de diseño para los suelos explorados.

Cuadro 5-2 Parámetros de resistencia al corte drenado - Perfil de diseño

Estrato	Prof. [m]	Φ [°]	Cu (kg/cm ²)
Grava con arena y limo	1.00-6.00	32.8	0.10

5.2 PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE (SU, C, ϕ)

Con el fin de definir los parámetros de resistencia al corte se realizó un ensayo de resistencia al corte directo drenado según norma INVIAS E-154-13 sobre muestra remoldeada a humedad de saturación (teniendo en cuenta las altas precipitaciones presentes en la región).

Cuadro 5-3 Parámetros de resistencia al corte drenado - Perfil de diseño.

Estrato	Prof. [m]	Φ [°]	Cu (kg/cm ²)	USC
Grava arenosa con limo	1.20 – 3.00	35.0°	0.05	GP-GM

5.3 COMPRESIBILIDAD

Debido a que el comportamiento mecánico del subsuelo del lugar está afectado principalmente por fricción interna, los asentamientos serán de tipo elástico y se calcularán por el método semi-empírico de Schmertman:

$$S_e = C_{12} \Delta q \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_z}{E} \right)_i \Delta z_i$$



$$C_1 = 1 - 0.5 \left(\frac{\sigma'_{zo}}{\Delta q} \right) \geq 0.5$$

$$C_2 = 1 + 0.2 \log_{10}(10 t)$$

$$I_{zp} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{\Delta q}{\sigma'_{zp}}}$$

Donde:

C1= factor de corrección por profundidad

σ'_{zo} = esfuerzo efectivo en el nivel de apoyo

Δq = esfuerzo neto de la cimentación, es igual a la presión sobre el cimientto (q) menos el esfuerzo efectivo en el nivel de apoyo; $\Delta q = q - \sigma'_{zo}$

C2= factor de influencia para considerar efectos a largo plazo de tipo creep (fluencia lenta) o presencia de capas delgadas de suelos finos. Por lo general se toma como 1.0 en suelos granulares.

t = periodo de tiempo en años.

Δz_i = espesor de la capa i en consideración

E = módulo de deformación promedio del suelo en la capa i.

I_z = factor de influencia para la capa i , tomado de la distribución de la figura 51.

I_{zp} = valor máximo del valor de influencia I_z , a la profundidad mostrada en el figura 51.

σ'_{zp} = esfuerzo efectivo en la profundidad donde ocurre el valor máximo del factor de influencia I_{zp}

z = profundidad relativa bajo el nivel del apoyo.

5.4 MÓDULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad E_s se obtuvo a partir del número de golpes del ensayo de penetración estándar, tal como se presenta en el Cuadro 5-4.

Cuadro 5-4 Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young E_s en diferentes tipos de suelo a partir del ensayo de SPT.

TIPO DE SUELO	CORRELACIÓN (E_s en kPa)	REFERENCIA
Gravas	$600(N+6)$ $N \leq 15$ $600(N+6)+2000$ $N > 15$	Bowles, 1996
Arenas saturadas	$250(N+15)$	Bowles, 1996
Arenas limosas	$1800+270N$ $N \leq 15$ $7740+135N$ $N > 15$	Ten et al, 1991
Arenas arcillosas	$320(N+15)$	Bowles, 1996
Limos	$300(N+6)$	Bowles, 1996
Arcillas	Arcilla de alta plasticidad $E = 300 \cdot S_u$ Arcilla de baja plasticidad $E = 1000 \cdot S_u$ (S_u es la resistencia al corte no drenado)	Bowles, 1996

En el Cuadro 5-5 se presentan los valores de rigidez obtenidos para los materiales presentes en la zona.

Cuadro 5-5 Módulo de Young estimado para el perfil de diseño

Estrato	Material	N60	E [MPa]
1.00 – 6.00	Grava arenosa con limo (GP-GM)	29	23.0

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

6 ASPECTOS SÍSMICOS Y CARACTERÍSTICAS ESPECIALES DE LOS SUELOS

6.1 PERFIL DE LOS SUELOS

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

Cuadro 6-1 Promedio de SPT a lo largo de las exploraciones.

Perfil	$\bar{N}_p$
Perfil de diseño	29

Cuadro 6-2 Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

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

Fuente: Tabla A.2.4-2 NSR-10

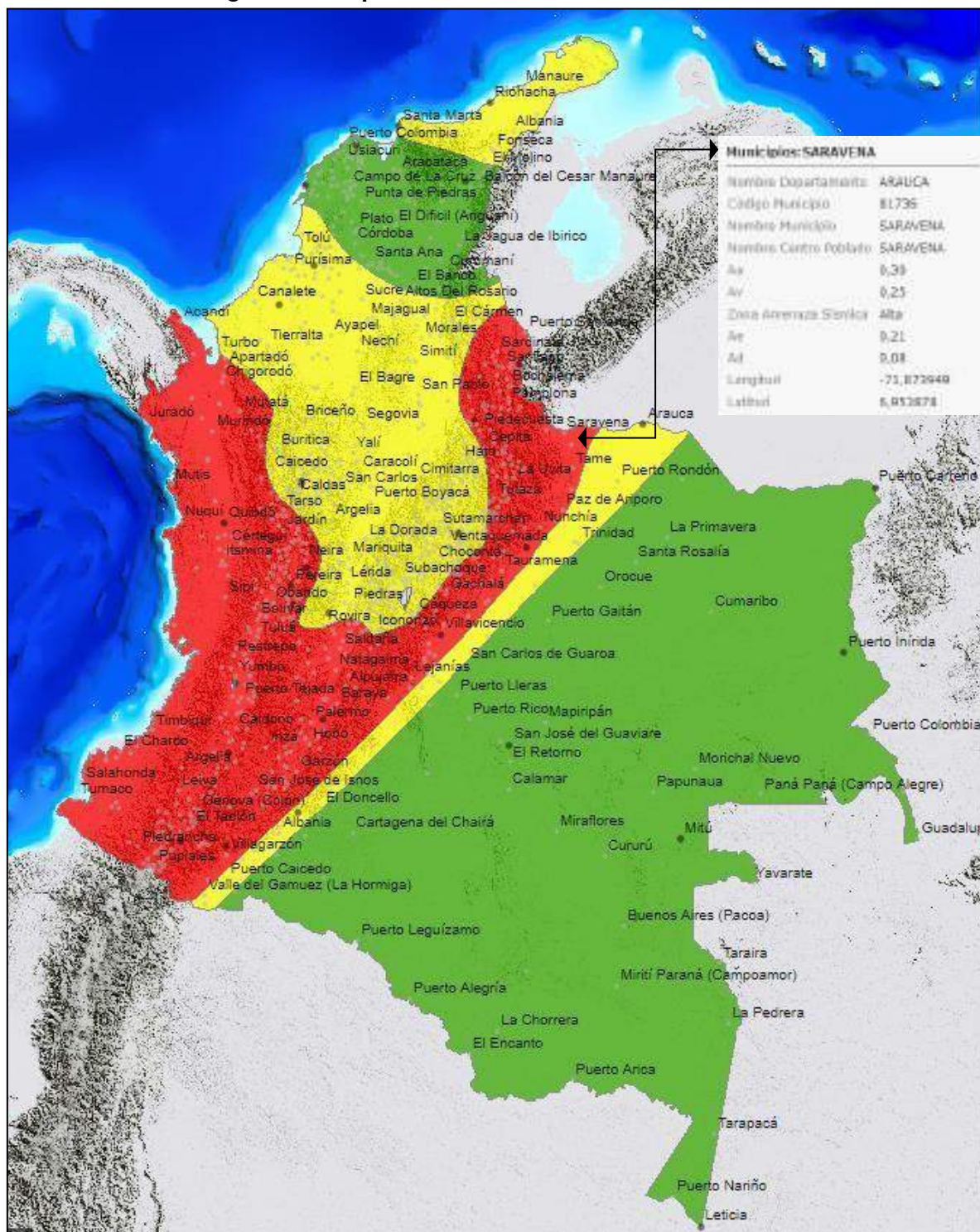
De acuerdo con las características predominantes de los perfiles, los suelos se sitúan en un **Tipo D** ($15 < N < 50$).

Coefficiente de importancia: $I = 1.50$ (Edificaciones indispensables) Grupo IV.

6.2 CLASIFICACIÓN ZONA DE AMENAZA SÍSMICA

De acuerdo a la NSR (Normas Sismo Resistentes Colombianas 2010) título A, El municipio de Saravena – Arauca, pertenece a una zona de amenaza sísmica Alta, en la figura 6.1 se observa la ubicación del municipio de Saravena en el mapa de amenaza sísmica de Colombia.

Figura 6-1 Mapa de amenaza sísmica de Colombia



Fuente: Servicio Geológico Colombiano.

6.3 DETERMINACIÓN PARÁMETROS SÍSMICOS

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

A_a	0.30
A_v	0.25
F_a	1.2
F_v	1.9
A_e	0.21
A_d	0.08

Donde:

Aa: Coeficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva, para diseño

Av: Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico efectiva, para diseño

Fa: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional

Fv: Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional

Ae: Es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil

Ad: Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para el umbral de daño

6.4 ANÁLISIS DE LICUACIÓN DE LOS SUELOS

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

Los suelos que presentan mayor susceptibilidad a la licuación son los que tienen bajas densidades, ya que hay una mayor cantidad de espacios vacíos que permitirían la reacomodación de las partículas de suelo cuando tiende a densificarse, producto de la aplicación de una carga. Un mismo material puede no ser susceptible a la licuación en estado denso, pero en estado suelto puede licuarse bajo la aplicación de una carga cíclica o estática. Materiales con valores altos de densidad relativa presentan menor susceptibilidad a la licuación que materiales con valores menores, los cuales pueden desarrollar altas presiones de poros bajo la aplicación de cargas, produciéndose altos valores de deformación en el suelo.

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

En los perfiles de suelo registrados, se encontraron depósitos de gravas con arena y poco contenido de limos de compacidad media. A dichos depósitos se le realizó el análisis de licuación, cuyos resultados están resumidos en el Cuadro 6-3.

Cuadro 6-3. Análisis de licuación (Perfil de diseño).

SONDEO-PERFIL DE DISEÑO						
Estrato	Prof. media (m)	USCS	% Finos	Densidad Relativa	Nivel Freático	CONDICIÓN
1	0.55	SM	37.15	Suelta	-	No Licuable
2	3.55	GP-GM	7.65	Media	-	No Licuable

Considerando los resultados presentados en el cuadro anterior hasta la profundidad explorada y teniendo en cuenta que el nivel freático se encuentra por debajo de los 12 m, se concluye que los suelos NO son licuables, por lo tanto no se esperan que ocurran deformaciones por licuación.

6.5 VERIFICACIÓN DE LA DISPERSIVIDAD DEL MATERIAL FINO

Para la verificación de la dispersividad del material fino que conforma los suelos de fundación se utilizó el criterio de Sherard et al. 1976, para el cual materiales cohesivos con IP mayor a 15% y con un límite líquido de entre 30 y 50% pueden corresponder a materiales de características dispersivas.

Al revisar los límites de consistencia del material que conforma el suelo de fundación se encontró (como se describió en la Sección 4.1) que estos son predominantemente de plasticidad nula, por lo tanto, es poco probable que el material presente características dispersivas. Por esta razón, para la fase de análisis y diseño no se considerará esta característica del material.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 39

7 CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

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

7.1 GENERALIDADES

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

7.2 NIVEL Y SISTEMA DE CIMENTACIÓN

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

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

- (a) La profundidad tal que se elimine toda posibilidad de erosión o meteorización acelerada del suelo, arrastre del mismo por tubificación causada por flujo de las aguas superficiales o subterráneas de cualquier origen.
- (b) En los suelos arcillosos, la profundidad de las cimentaciones debe llevarse hasta un nivel tal que no haya influencia de los cambios de humedad inducidos por agentes externos.
- (c) Es preciso diseñar las cimentaciones superficiales en forma tal que se eviten los efectos de las raíces principales de los árboles próximos a la edificación o alternatively se deben dar recomendaciones en cuanto a arborización.

Según las condiciones encontradas en el sitio de estudio y a la estructura a construir se recomienda llevar las cargas a una profundidad mínima de 1.00 m, en el estrato de grava arenosa.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 40

7.2.1 Cimentación superficial.

De acuerdo a la zona geotécnica encontrada y definida, se hace la evaluación de la capacidad de carga con las expresiones de cimentaciones. De manera que se pueda establecer un perfil de capacidad de carga. También se evalúa la capacidad de carga como máximo a 3.00 m de profundidad. Es necesario mencionar que para aplicar los valores de carga a áreas resultantes es indispensable comprobar que los materiales existentes son los reportados en el estudio realizado. La capacidad de soporte del suelo reportada en la exploración realizada se calculó ecuación presentada por Meyerhof; la cual dice que una cimentación es superficial si la profundidad D_f de la cimentación es menor o igual al ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores han sugerido que cimentaciones con D_f igual a 3 o 4 veces el ancho se definen como cimentaciones superficiales.

7.3 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

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

7.3.1 Ecuaciones de capacidad portante utilizadas en el análisis

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

$$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} \quad N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

Dónde:

c : cohesión del suelo

B : ancho de la cimentación

γ : peso unitario del suelo de fundación

$q = \gamma D$: esfuerzo efectivo a nivel del fondo de la cimentación. D =profundidad de desplante,

γ peso unitario del suelo por encima de la profundidad de desplante.

N_c , N_q , N_γ : Factores de capacidad de carga

F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$: Factores de forma

F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$: Factores de profundidad

F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$: Factores de inclinación de la carga sobre la cimentación



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

La capacidad de carga nominal del suelo fue evaluada utilizando análisis de esfuerzos totales y parámetros de resistencia al corte no drenado obtenidos mediante correlaciones del ensayo de SPT, siendo estos resultados los más críticos, y considerando el máximo nivel freático esperado durante la vida útil de la estructura.

Cuadro 7-1. Capacidad portante admisible

SUELO NATURAL	
Propiedades del suelo	
Ángulo de resistencia al corte	$\phi = 32.80^\circ$ $\phi = 0.572 \text{ rad}$ N.F= 12.00 m
Cohesión	$C = 0.000 \text{ T/m}^2$ $\gamma_{\text{sat}} = 2.24 \text{ T/m}^3$
Peso unitario de la sobrecarga	$\gamma_b = 1.890 \text{ T/m}^3$ $\gamma_w = 1.00 \text{ T/m}^3$
Peso unitario del suelo de fundación	$\gamma = 2.055 \text{ T/m}^3$ $\gamma' = 1.24 \text{ T/m}^3$

Factores de Capacidad Portante	H estrato	H=	m
Nc = 37.98095217	FS	3	
Nq = 25.47712535			
N γ = 34.12678613			

Inclinación de cargas	B =	°
	0	rad

Excentricidad	e =	0.00 m
---------------	-----	--------

Cálculo de Capacidad Portante del Suelo para cimientos superficiales.																					
Df	B	B/L	L	B/L'	L'	Fcs	Fqs	Fys	Dr/B	Fcd	Fqd	Fyd	Fci	Fqi	Fyi	q	γ	σ _u (t/m2)	σ _a (t/m2)	σ _n (t/m2)	Qmax(T)
1.00	1.00	--	--	--		1.000	1.000	1.000	1.000	1.400	1.271	1.00	1.00	1.00	1.00	1.8900	1.8900	93.44	91.55	30.52	30.52
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.671	1.644	0.600	1.000	1.400	1.271	1.00	1.00	1.00	1.00	1.8900	2.0550	121.66	119.77	39.92	39.9
	1.00	0.75	1.34	0.75	1.34	1.501	1.481	0.701	1.000	1.400	1.271	1.00	1.00	1.00	1.00	1.8900	2.0550	115.21	113.32	37.77	50.62
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.335	1.322	0.800	1.000	1.400	1.271	1.00	1.00	1.00	1.00	1.8900	2.0550	108.96	107.07	35.69	71.38
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.168	1.161	0.900	1.000	1.400	1.271	1.00	1.00	1.00	1.00	1.8900	2.0550	102.60	100.71	33.57	134.29
1.50	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	1.500	1.393	1.266	1.00	1.00	1.00	1.00	2.8350	2.0550	126.51	123.67	41.22	41.22
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.671	1.644	0.600	1.500	1.393	1.266	1.00	1.00	1.00	1.00	2.8350	2.0550	171.42	168.58	56.19	56.19
	1.00	0.75	1.34	0.75	1.34	1.501	1.481	0.701	1.500	1.393	1.266	1.00	1.00	1.00	1.00	2.8350	2.0550	160.02	157.19	52.40	70.21
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.335	1.322	0.800	1.500	1.393	1.266	1.00	1.00	1.00	1.00	2.8350	2.0550	148.96	146.13	48.71	97.42
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.168	1.161	0.900	1.500	1.393	1.266	1.00	1.00	1.00	1.00	2.8350	2.0550	137.74	134.90	44.97	179.87
2.00	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	2.000	1.443	1.300	1.00	1.00	1.00	1.00	3.7800	2.0550	160.23	156.45	52.15	52.15
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.671	1.644	0.600	2.000	1.443	1.300	1.00	1.00	1.00	1.00	3.7800	2.0550	226.87	223.09	74.36	74.36
	1.00	0.75	1.34	0.75	1.34	1.501	1.481	0.701	2.000	1.443	1.300	1.00	1.00	1.00	1.00	3.7800	2.0550	209.96	206.18	68.73	92.10
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.335	1.322	0.800	2.000	1.443	1.300	1.00	1.00	1.00	1.00	3.7800	2.0550	193.55	189.77	63.26	126.51
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.168	1.161	0.900	2.000	1.443	1.300	1.00	1.00	1.00	1.00	3.7800	2.0550	176.89	173.11	57.70	230.82
3.00	1.00	--	--	--	--	1.000	1.000	1.000	3.000	1.500	1.338	1.00	1.00	1.00	1.00	5.6700	2.0550	228.37	222.70	74.23	74.23
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.671	1.644	0.600	3.000	1.500	1.338	1.00	1.00	1.00	1.00	5.6700	2.0550	338.91	333.24	111.08	111.08
	1.00	0.75	1.34	0.75	1.34	1.501	1.481	0.701	3.000	1.500	1.338	1.00	1.00	1.00	1.00	5.6700	2.0550	310.86	305.19	101.73	136.32
	1.00	0.50	2.00	0.50	2.00	1.335	1.322	0.800	3.000	1.500	1.338	1.00	1.00	1.00	1.00	5.6700	2.0550	283.64	277.97	92.66	185.31
	1.00	0.25	4.00	0.25	4.00	1.168	1.161	0.900	3.000	1.500	1.338	1.00	1.00	1.00	1.00	5.6700	2.0550	256.00	250.33	83.44	333.78

Convenciones:

ϕ = Ángulo de resistencia al corte
 C = Resistencia no drenada
 B = Ancho de cimentación
 L = Largo de cimentación
 D $_f$ = Profundidad de desplante
 L' = Largo efectivo
 Fcs = }
 Fqs = } Factor de corrección por f
 F γ_s = }
 Fcd = }
 Fqd = } Factor de corrección por profundidad
 F γ_d = }
 Fci = }
 Fqi = } Factor de corrección por inclinación
 F γ_i = }
 σ_u = Esfuerzo último
 σ_n = Esfuerzo neto
 σ_{ns} = Esfuerzo neto de seguridad
 Qmax = Carga máxima

Las capacidades portantes evaluadas para diferentes relaciones ancho, longitud y profundidad de desplante, se presentan en el cuadro 7-1 para el perfil geotécnico de diseño encontrado en el sitio del proyecto.

Figura 7-1 Esfuerzo máximo vs profundidad de desplante

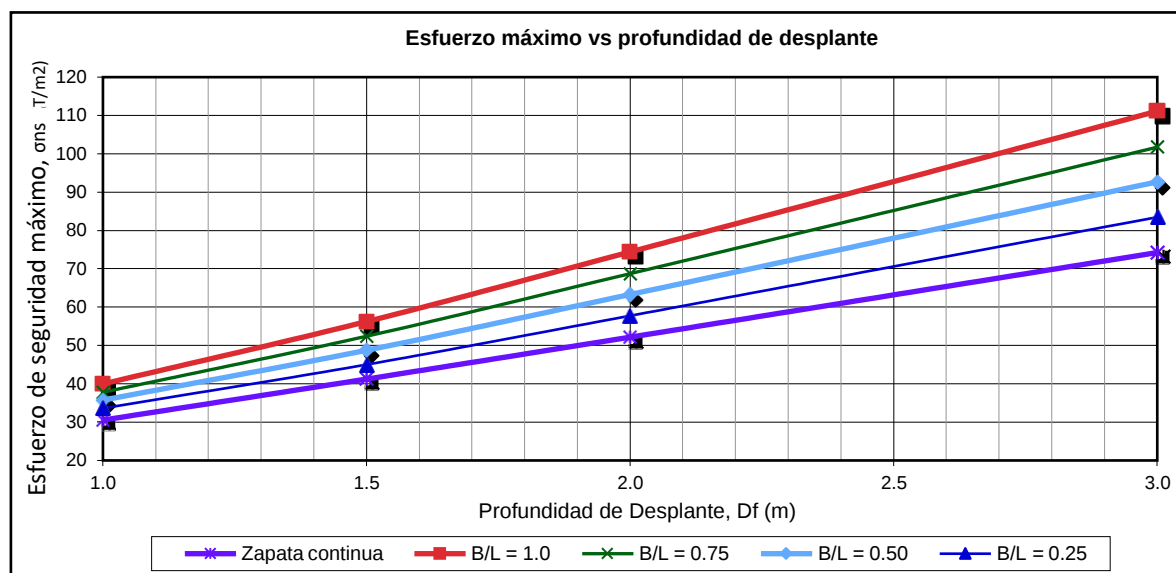
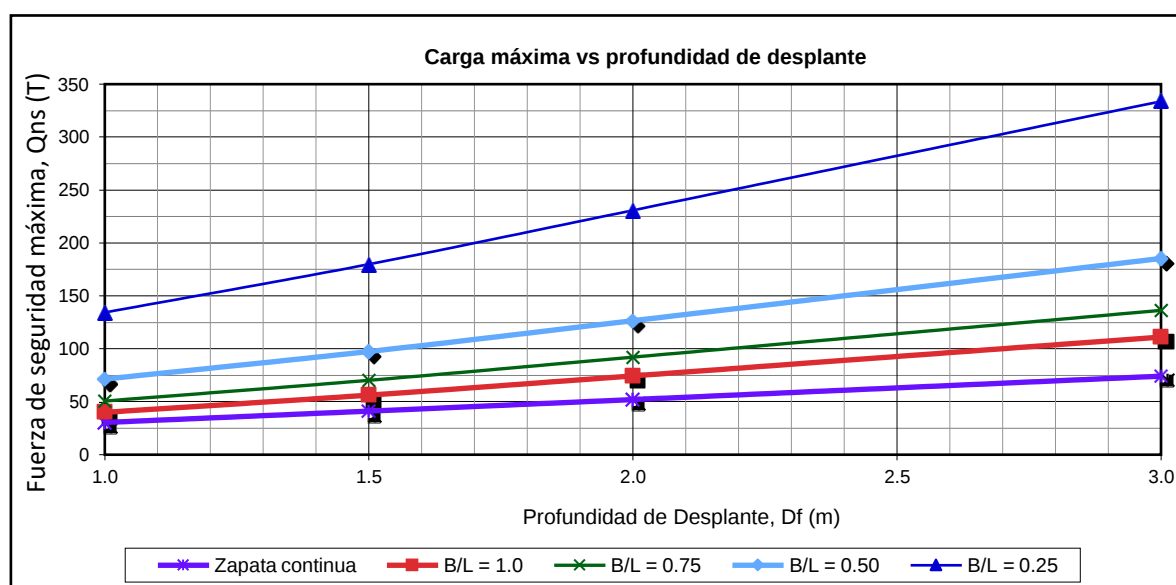


Figura 7-2 Carga máxima vs profundidad de desplante



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 43

Se puede observar que la capacidad portante a 1.00 m de profundidad obtenida para un cimiento cuadrado con relación B/L = 1.00 es de 399 kPa (39.9 Ton/m²), la cual se considera satisfactoria para las cargas transmitidas.

7.4 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LAS OBRAS PROYECTADAS

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

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

El valor propuesto del asentamiento total por la norma colombiana es bastante alto, dado que lo que pretende es dar un tope máximo para casos especiales. Los asentamientos máximos permitidos serán verificados considerando los criterios dados en los cuadros 7-2 y 7-3.

Cuadro 7-2 Asentamientos diferenciales máximos. NSR-10.

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

L= distancia entre apoyos o columnas

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

² MADS. NSR-10 Op. Cit., p. H-18.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 44

caso de suelos finos de consistencia media a blanda y con posibilidades de sufrir asentamientos por consolidación a mediano y largo plazo.³

Cuadro 7-3 Asentamiento total admisible⁴

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

7.4.1 Metodologías para el cálculo de asentamientos

Se calcularán los asentamientos por el método de Schmertman para suelos granulares.

$$S = C_e C_{12} \Delta q \sum_{i=1}^n \left(\frac{I_z}{E_i} \right) \Delta z_i$$

$$C_1 = 1 - 0.5 \left(\frac{\sigma'_{z0}}{\Delta q} \right) \geq 0.5$$

$$C_2 = 1 + 0.2 \log_{10}(10 t)$$

$$I_{zp} = 0.5 + 0.1 \sqrt{\frac{\Delta q}{\sigma'_{zp}}}$$

$$B = 1.00 \text{ m} \quad L = 1.00 \text{ m}$$

$$\sigma'_{z0} = q \text{ sobrecarga} = 18.90 \text{ KN/m}^2 \text{ (Nivel de apoyo -1.00 m)}$$

$$\sigma'_{zp} = \sigma'_{z0} + (B/2) \gamma_2 = 18.90 + 1.00/2 * 20.55 = 29.18 \text{ KN/m}^2 \text{ esfuerzo efectivo a la profundidad B/2 bajo el cimiento.}$$

$$q = q_0 = 300 \text{ KN/m}^2 \text{ presión de contacto al nivel de apoyo asumida (30 Ton)}$$

$$\Delta q = q - \sigma'_{z0} = 300.00 - 18.90 = 281.10 \text{ KN/m}^2 \text{ presión de contacto neta, descontando sobrecarga.}$$

$$C_1 = 1 - 0.5 (\sigma'_{z0}/\Delta q) = 1 - 0.5 * (18.90/281.10) = 0.966 > 0.5 \text{ o.k.}$$

$$C_2 = 1.0 \text{ se desprecian los asentamientos secundarios con el tiempo (suelo no plástico).}$$

$$I_{zp} = 0.810$$

³ PINEDA, José Ricardo. Op. Cit., p 192.

⁴ CODUTO. Op. cit., p 29.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 45

Para cimiento cuadrado ($L/B \cong 1$):

$I_z = 0.1$ en $z = 0.0$, nivel de apoyo.

$I_z = 0.1 + 2 (z/B) * (I_{zp} - 0.1)$ para $0 < z < B/2$

$I_z = I_{zp}$ máximo en $z = B/2$

$I_z = 2/3 I_{zp} (2 - z/B)$ para $B/2 < z < 2B$

$I_z = 0.0$ en $z = 2B = 2$ m, máxima profundidad de influencia.

$\Delta z_i = 0.25$ m.

$E = 23.0$ Mpa = 23000 KN/m²

z = profundidad relativa bajo el nivel del apoyo para cada capa

z_i	z_f	z	z/B	Δz	I_z	$(I_z/E)\Delta z$
0.00	0.25	0.13	0.125	0.25	0.27750000	0.000003016
0.25	0.50	0.38	0.375	0.25	0.63250000	0.000006875
0.50	0.75	0.63	0.625	0.25	0.74250000	0.000008071
0.75	1.00	0.88	0.875	0.25	0.60750000	0.000006603
1.00	1.25	1.13	1.125	0.25	0.47250000	0.000005136
1.25	1.50	1.38	1.375	0.25	0.33750000	0.000003668
1.50	1.75	1.63	1.625	0.25	0.20250000	0.000002201
1.75	2.00	1.88	1.875	0.25	0.06750000	0.000000734
					$\Sigma (I_z/E)\Delta z$	0.000036304

Asentamiento elástico total:

$S_e = 0.0099$ m = 9.9 mm

Según los resultados, se tiene que los asentamientos esperados en el perfil de diseño considerado, son MENORES a los establecidos en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismoresistente (NSR-10), y en el cuadro 7-5 ($S_e = 25$ mm) por lo que se considera que el dimensionamiento de la cimentación SI es satisfactorio.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 46

8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA CIMENTACIÓN DE LAS OBRAS

8.1 CONCLUSIONES

- Los suelos de la zona están compuestos por abanicos aluviales (Q_{1abi}), estratificados de arenas limosas de granulometría media a fina y gravas mal gradadas con arena, pocos finos y con presencia de cantos subredondeados de hasta 10 pulgadas, clasificados como SM y GP-GM según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y como A-4 y A-1-a según el sistema de clasificación AASHTO.
- Del análisis de los resultados de los ensayos de laboratorio obtenidos para el perfil promedio establecido en el sitio del proyecto, se obtienen los parámetros de resistencia al corte del suelo de cimentación, por medio de correlaciones del ensayo de SPT: $c = 0.5 \text{ ton/m}^2$, $\phi = 32.8^\circ$, $\gamma = 2.055 \text{ ton/m}^3$, y de los ensayos de corte directo sobre material remoldeado $\phi' = 35.0^\circ$.
- **La capacidad portante admisible para una cimentación superficial es de 399 kPa (39.9 Ton/m²), con una profundidad de desplante de -1.00 m.**
- El potencial de expansión de los suelos es bajo.
- De acuerdo a la NSR-10 título A, el suelo de diseño presenta un perfil de suelo **Tipo D**, con un coeficiente de importancia de 1.50 perteneciente al grupo IV, hospitales, clínicas y centros de salud (Edificaciones indispensables).
- Hasta la profundidad explorada (6.00 m) no se evidenció la presencia del nivel freático.
- Durante las exploraciones no se identificaron suelos problemáticos (orgánicos).
- Los asentamientos máximos esperados totales son menores a 25 mm y corresponden a asentamientos elásticos inmediatos.
- Los suelos no presentan problemas de licuación.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 47

- Si bien es cierto el municipio de Saravena tiene un porcentaje del casco urbano en zona de riesgo por inundación, la complejidad de la dinámica hídrica en el mismo no ha sido suficientemente estudiada, por lo que se deben desarrollar los estudios detallados de hidrología que permitan simular las láminas de agua y así determinar las amenazas, vulnerabilidad y riesgo por inundación en la quebrada de la pava, adyacente al perímetro del Hospital. No obstante, al encontrarse el terreno del Hospital del Sarare subdivido, la zona en donde se va a desarrollar la construcción de la UCI, no presenta riesgo por inundación.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 48

8.2 RECOMENDACIÓN DE CIMENTACIONES

- Como solución de cimentación se recomienda una cimentación superficial directa sobre el manto de grava arenosa (GP-GM) de color gris amarillo, mediante zapatas aisladas colocadas a una profundidad de desplante mínima de 1.00 m. En todo caso deberá verificarse siempre que el suelo de apoyo de la cimentación no coincida con la presencia de otros materiales objetables desde el punto de vista geotécnico para el apoyo de las futuras estructuras (rellenos antrópicos, basuras, escombros, materia orgánica, suelos muy blandos, entre otros).
- Para el caso de la cimentación superficial, el ingeniero calculista deberá realizar el chequeo de la relación entre cargas actuantes, capacidad portante y área de la cimentación.
- Las zapatas de la cimentación se apoyarán sobre una capa de concreto de saneamiento entre 5 y 10 cm de espesor para facilitar los trabajos de colocación de refuerzo y amarre de la zapata a la superestructura.
- En todo caso las condiciones en campo deben ser verificadas por el geotecnista del proyecto durante la realización de la obra y ajustar los parámetros a los suelos encontrados diferentes a los reportados en este informe o en su defecto comunicarse con el laboratorio para realizar los ajustes respectivos.
- La cimentación debe realizarse a nivel de las construcciones existentes como lo son el pabellón de medicina interna y de la edificación que fue construida en obra gris, para que el proyecto no se vea afectado por la circulación de aguas lluvias canalizadas.

Ing. JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES
MP. 54202-72031 NTS - CC. 88.215.089 de Cúcuta

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 49

9 REFERENCIAS

BOWLES J. E. Foundation analysis and design. McGraw-Hill, 1997.

Das D. Shallow foundations-Bearing capacity and settlement. Taylor & Francis Group, 2009.

INVIAS. Especificaciones Generales de Construcción de Carreteras.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), marzo de 2010.

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 50

ANEXOS

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 51

ANEXO A-1. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Foto 1. Exploración de Campo



Foto 2. Exploración de Campo



Foto 3. Exploración de Campo



Foto 4. Exploración de Campo



Foto 5. Exploración de Campo



Foto 6. Exploración de Campo

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 54



Foto 7. Exploración de Campo



Foto 8 Exploración de Campo

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 55

ANEXO A-2. PERFILES DE SUELOS



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 56

REGISTRO DE SONDEO EXPLORATORIO																												
PROYECTO:		PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.												Contrato No.				Fecha:		ABRIL DE 2019								
SOLICITANTE:		CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.														Coordenadas:		06°57'20.2"N 71°52'57.6"O										
SONDEO/APIQUE No.				S-01	Sector:		UCI												Coordenadas:									
DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN		MUESTRA No.	PROF. mts.	LITOLO GÍA.	GRANULOMETRÍA				LIMITES PLASTICIDAD			HUM. NATURAL	PESO UNITARIO	SPT					Cohesion C	Angulo Fricción	Capacidad A dmisible (qa)	Asentamiento (mm)				
		SUC	AASHTO				GRAVA %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA LL %	LP %	IP %	N1			N2	N3	N	Gráfico N vs Profundidad									
COBERTURA VEGETAL					0.00																					30 Ton		
ARENA LIMOSA De granulometría media a fina Color amarilla		SM	A-4	1 PC	0.20 0.40 0.50 0.80 1.00 1.20			0.00	60.77	39.23	-	-	-	-	12.42	1.890			13	20	27		47		-	34.7°	39.92	9.90
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES Cantos rodados hasta de 8" Color amarilla		GP-GM	A-1-a	2 PC	1.30 1.50 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00			84.02	9.81	6.17	-	-	-	-	1.52	2.050			19	24	30	54		-	33.7°	74.36		
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES Cantos rodados hasta de 10" Color café		GP-GM	A-1-a	3 PC	3.20 3.40 3.60 3.80 4.00 4.20 4.40 4.60 4.80 5.00 5.20 5.40 5.60 5.80 6.00			79.69	10.39	9.92	-	-	-	-	3.66	2.057								-	33.7°	101.73		
Fin de la exploración				N(puntaza) = 1.3N(cuchara)																								
Equipo: SPT MANUAL				CP: CUCHARA PARTIDA PC: PUNTAZA CIEGA TS: TUBO SHELBY B: BARRENO N.F.: Nivel freático																		Perforador: ENDERSON JADIR CACUA RICO						

Carrera 18 #27-21 B. Modelo
seincojedm@gmail.com CEL. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 57

REGISTRO DE SONDEO EXPLORATORIO																											
PROYECTO:		PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.											Contrato No.				Fecha:		ABRIL DE 2019								
SOLICITANTE:		CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.															Coordenadas:		06°57'20.4"N 71°52'56.9"O								
SONDEO/APIQUE No.				S-02	Sector:		UCI																				
DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN		MUESTRA No.	PROF. mts.	LITOLO GÍA.	GRANULOMETRÍA				LÍMITES PLASTICIDAD			HUM. NATURAL	PESO UNITARIO	SPT					Gráfico N vs Profundidad	Cohesion C	Angulo Fricción	Capacidad A dmisible (qa)	Asentamiento		
		SUC	AASHTO				GRAVA %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA LL %	LP %	IP %	N1			N2	N3	N									
COBERTURA VEGETAL					0.00																						40 Ton
ARENA LIMOSA De granulometría media a fina Color amarilla		SM	A-4	1 PC	0.20 0.40 0.50 0.80 1.00 1.10																						B=1.00 m L=1.00 m
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES Cantos rodados hasta de 7" GP-GM Color amarillo		GP-GM	A-1-a	2 PC	1.40 1.60 1.80 2.00 2.20 2.40 2.60 2.80 3.00 3.20 3.30																						
					</																						



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 58

REGISTRO DE SONDEO EXPLORATORIO																												
PROYECTO:		PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.													Contrato No.				Fecha:		ABRIL DE 2019							
SOLICITANTE:		CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.														Coordenadas:		06°57'20.5"N 71°52'56.4"O										
SONDEO/APIQUE No.				S-03	Sector:		UCI																					
DESCRIPCIÓN		CLASIFICACIÓN		MUESTRA No.	PROF. mts.	LITOLO GÍA.	GRANULOMETRÍA				LÍMITES PLASTICIDAD			HUM. NATURAL %	PESO UNITARIO Ton / m3	SPT					Gráfico N vs Profundidad	Cohesion	Angulo	Capacidad A dmisible (qa)	Asentamiento			
		SUC	AASHTO				GRAVA %	ARENA %	LIMO %	ARCILLA LL %	LP %	IP %	N1			N2	N3	N4	N5	C		Fricción						
COBERTURA VEGETAL					0.00																						40 Ton	
ARENA LIMOSA Color amarillo		SM	A-4	1 PC	0.20 0.40 0.50 0.40 1.00		0.00	64.49	35.51	-	-	-	-	11.70	1.905			17	22	23		45		-	34.4°	39.92		B=1.00 m L=1.00 m 9.90
GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES Material granular 7"		GP-GM	A-1-a	2 PC	1.10 1.40 1.50 1.80 2.00		83.69	11.22	5.09	-	-	-	-	1.89	2.037								-					
GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES Color café		GP-GM	A-1-a	3 PC	2.20		79.57	11.37	9.06	-	-	-	-	3.88	2.068								-	33.0°	101.73			
					2.40																							
					2.60																							
					2.80																							
					3.00																							
					3.20																							
					3.40																							
					3.60																							
					3.80																							
					4.00																							
					4.20																							
					4.40																							
					4.60																							
					4.80																							
					5.00																							
					5.20																							
					5.40																							
5.60																												
5.80																												
6.00																												
				N(puntaza) = 1.3N(cuchara)																								
Equipo: SPT MANUAL				CP: CUCHARA PARTIDA PC: PUNTAZA CIEGA TS: TUBO SHELBY B: BARRENO N.F.: Nivel freático													Perforador: ENDERSON JADIR CACUA RICO											

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 59

ANEXO A-3. ENSAYOS DE LABORATORIO



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 60

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: 1
MUESTRA: M1

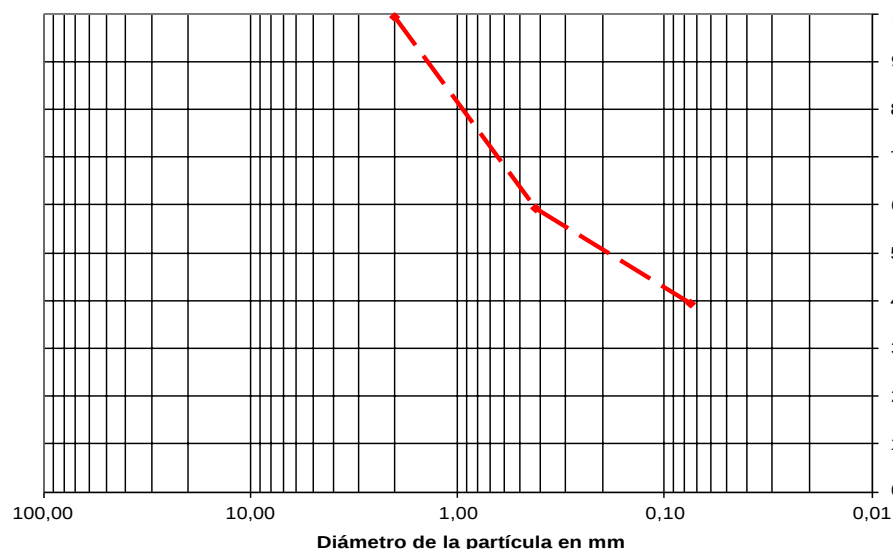
Peso Total 1 910,00 grs
Peso Total 2 553,00 grs
Pérdida por Lavado 357,00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría media a fina

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

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75,000 mm	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	
50,000 mm	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
37,500 mm	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
25,000 mm	1"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
19,000 mm	3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
12,500 mm	1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
9,500 mm	3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
4,750 mm	No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00	-
2,000 mm	No. 10	6,00	0,66	0,66	99,34	-
0,420 mm	No. 40	364,00	40,00	40,66	59,34	-
0,075 mm	No. 200	183,00	20,11	60,77	39,23	-
Fondo		357,00	39,23	100,00	0,00	-
Suma=		910,00	100,0			
Cu=		GRAVAS		0,00 %		
Cc=		ARENAS		60,77 %		
		FINOS		39,23 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

MATERIAL:
ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

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

CONTRATO No: FECHA:
ABRIL DE 2019

Carrera 18 #27-21 B. Modelo
seincojedm@gmail.com CEL. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 61

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

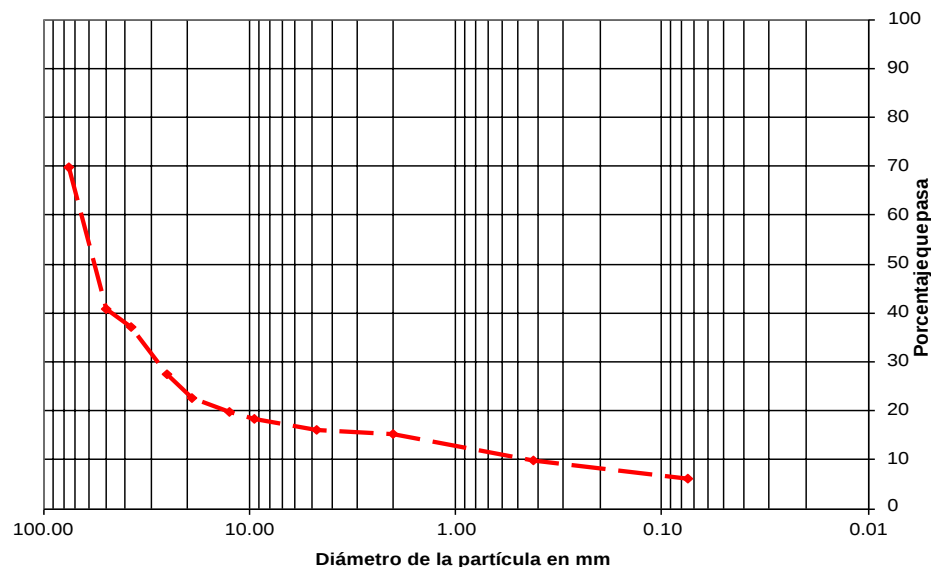
SONDEO: 1
MUESTRA: M2

Peso Total 1 2,629.00 grs
Peso Total 2 2,470.00 grs
Pérdida por Lavado 159.00 grs

Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES
De granulometría media afina

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

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

LL: - USC: GP-GM
IP: - AASHTO: A-1-a

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	798.00	30.35	30.35	69.65	
50.000 mm	2"	761.00	28.95	59.30	40.70	-
37.500 mm	1 1/2"	99.00	3.77	63.07	36.93	-
25.000 mm	1"	249.00	9.47	72.54	27.46	-
19.000 mm	3/4"	125.00	4.75	77.29	22.71	-
12.500 mm	1/2"	77.00	2.93	80.22	19.78	-
9.500 mm	3/8"	36.00	1.37	81.59	18.41	-
4.750 mm	No. 4	64.00	2.43	84.02	15.98	-
2.000 mm	No. 10	17.00	0.65	84.67	15.33	-
0.420 mm	No. 40	144.00	5.48	90.15	9.85	-
0.075 mm	No. 200	97.00	3.69	93.84	6.16	-
Fondo		159.00	6.05	99.89	0.11	-
Suma=		2,626.00	99.9			
Cu=		GRAVAS		84.02 %		
Cc=		ARENAS		9.81 %		
		FINOS		6.17 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

SOLICITANTE:

CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

MATERIAL:
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

CONTRATO No: FECHA:
ABRIL DE 2019



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 62

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: 1
MUESTRA: M3

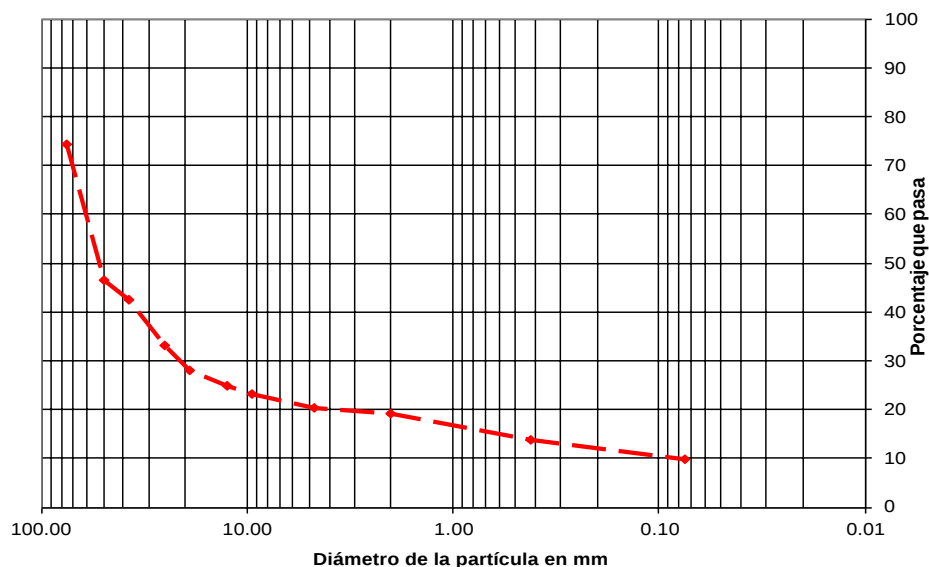
Peso Total 1 2,762.00 grs
Peso Total 2 2,600.00 grs
Pérdida por Lavado 162.00 grs

Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES
De granulometría media a fina

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

LL: - USC: GP-GM
IP: - AASHTO: A-1-a

CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	710.00	25.71	25.71	74.29	
50.000 mm	2"	772.00	27.95	53.66	46.34	-
37.500 mm	1 1/2"	109.00	3.95	57.60	42.40	-
25.000 mm	1"	255.00	9.23	66.84	33.16	-
19.000 mm	3/4"	145.00	5.25	72.09	27.91	-
12.500 mm	1/2"	87.00	3.15	75.24	24.76	-
9.500 mm	3/8"	48.00	1.74	76.97	23.03	-
4.750 mm	No. 4	75.00	2.72	79.69	20.31	-
2.000 mm	No. 10	29.00	1.05	80.74	19.26	-
0.420 mm	No. 40	154.00	5.58	86.31	13.69	-
0.075 mm	No. 200	104.00	3.77	90.08	9.92	-
Fondo		172.00	6.23	96.31	3.69	-
Suma=		2,660.00	96.3			
Cu=		GRAVAS		79.69 %		
Cc=		ARENAS		10.39 %		
		FINOS		9.92 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

MATERIAL:
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

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

CONTRATO No: FECHA: ABRIL DE 2019



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 63

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: 2
MUESTRA: M1

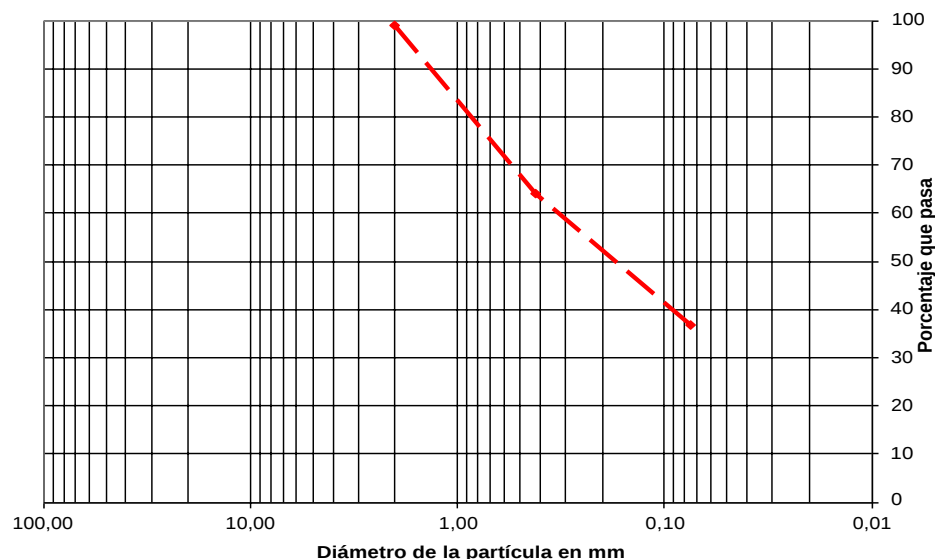
Peso Total 1 964,00 grs
Peso Total 2 611,00 grs
Pérdida por Lavado 353,00 grs

Descripción: ARENA LIMOSA
De granulometría media a fina

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

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-4

CURVA GRANULOMETRICA



TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75,000 mm	3"	0,00	0,00	0,00	100,00	
50,000 mm	2"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
37,500 mm	1 1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
25,000 mm	1"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
19,000 mm	3/4"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
12,500 mm	1/2"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
9,500 mm	3/8"	0,00	0,00	0,00	100,00	-
4,750 mm	No. 4	0,00	0,00	0,00	100,00	-
2,000 mm	No. 10	9,00	0,93	0,93	99,07	-
0,420 mm	No. 40	338,00	35,06	36,00	64,00	-
0,075 mm	No. 200	263,00	27,28	63,28	36,72	-
Fondo		353,00	36,62	99,90	0,10	-
Suma=		963,00	99,9			
Cu=						GRAVAS 0,00 %
Cc=						ARENAS 63,28 %
						FINOS 36,72 %

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

MATERIAL:
ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

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

CONTRATO No: FECHA: ABRIL DE 2019



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 64

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: 2
MUESTRA: M2

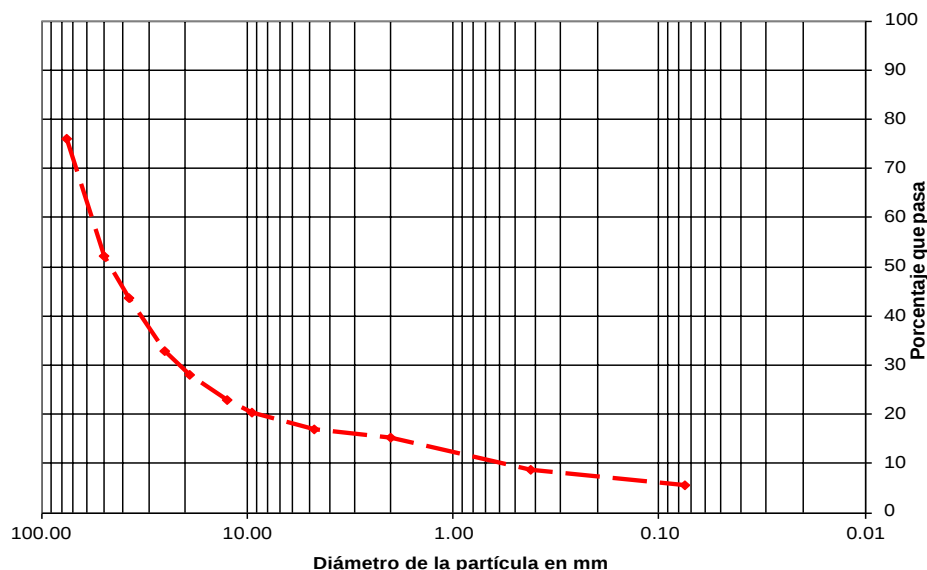
Peso Total 1 2,640.00 grs
Peso Total 2 2,596.00 grs
Pérdida por Lavado 44.00 grs

Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES
De granulometría media a fina

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

LL: - USC: GP-GM
IP: - AASHTO: A-1-a

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	630.00	23.86	23.86	76.14	
50.000 mm	2"	637.00	24.13	47.99	52.01	-
37.500 mm	1 1/2"	221.00	8.37	56.36	43.64	-
25.000 mm	1"	289.00	10.95	67.31	32.69	-
19.000 mm	3/4"	123.00	4.66	71.97	28.03	-
12.500 mm	1/2"	137.00	5.19	77.16	22.84	-
9.500 mm	3/8"	69.00	2.61	79.77	20.23	-
4.750 mm	No. 4	89.00	3.37	83.14	16.86	-
2.000 mm	No. 10	41.00	1.55	84.70	15.30	-
0.420 mm	No. 40	174.00	6.59	91.29	8.71	-
0.075 mm	No. 200	86.00	3.26	94.55	5.45	-
Fondo		44.00	1.67	96.21	3.79	-
Suma=		2,540.00	96.2			
Cu=		GRAVAS		83.14 %		
Cc=		ARENAS		11.40 %		
		FINOS		5.46 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

MATERIAL:
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

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

CONTRATO No: FECHA: ABRIL DE 2019

Carrera 18 #27-21 B. Modelo
seincojedm@gmail.com CEL. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 65

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

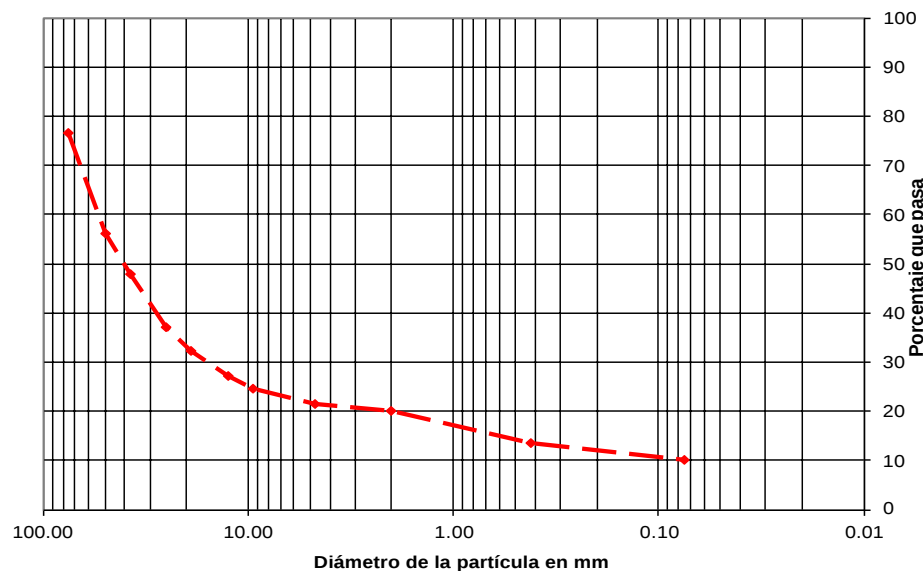
SONDEO: 2
MUESTRA: M3

Peso Total 1 2,660.00 grs
Peso Total 2 2,616.00 grs
Pérdida por Lavado 44.00 grs

Descripción: **GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES**
De granulometría media a fina

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

CURVA GRANULOMETRICA



LL: - USC: GP-GM
IP: - AASHTO: A-1-a

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	625.00	23.50	23.50	76.50	
50.000 mm	2"	540.00	20.30	43.80	56.20	-
37.500 mm	1 1/2"	219.00	8.23	52.03	47.97	-
25.000 mm	1"	290.00	10.90	62.93	37.07	-
19.000 mm	3/4"	125.00	4.70	67.63	32.37	-
12.500 mm	1/2"	138.00	5.19	72.82	27.18	-
9.500 mm	3/8"	70.00	2.63	75.45	24.55	-
4.750 mm	No. 4	81.00	3.05	78.50	21.50	-
2.000 mm	No. 10	41.00	1.54	80.04	19.96	-
0.420 mm	No. 40	173.00	6.50	86.54	13.46	-
0.075 mm	No. 200	86.00	3.23	89.77	10.23	-
Fondo		45.00	1.69	91.47	8.53	-
Suma=		2,433.00	91.5			
Cu=				GRAVAS	78.50 %	
Cc=				ARENAS	11.28 %	
				FINOS	10.22 %	

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

SOLICITANTE:

CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

MATERIAL:
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES

LABORATORISTA:

ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

CONTRATO No: FECHA:
ABRIL DE 2019



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 66

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

SONDEO: 3
MUESTRA: M1

Peso Total 1 949.00 grs
Peso Total 2 622.00 grs
Pérdida por Lavado 327.00 grs

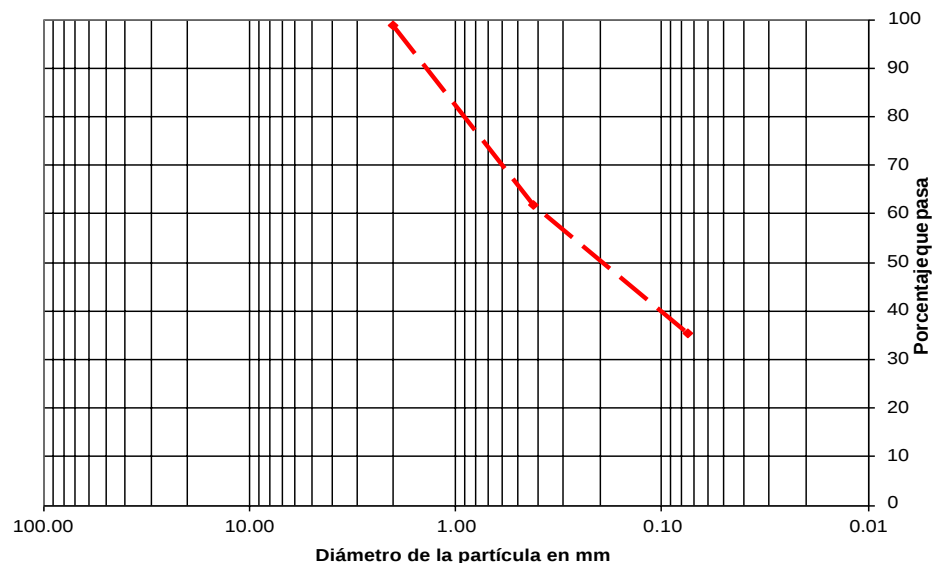
Descripción: ARENA LIMOSA

De granulometría media afina

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

LL: - USC: SM
IP: - AASHTO: A-4

CURVA GRANULOMETRICA



Ref: NTC 77-78

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	0.00	0.00	0.00	100.00	
50.000 mm	2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
37.500 mm	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
25.000 mm	1"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
19.000 mm	3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
12.500 mm	1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
9.500 mm	3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	-
4.750 mm	No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	-
2.000 mm	No. 10	12.00	1.26	1.26	98.74	-
0.420 mm	No. 40	351.00	36.99	38.25	61.75	-
0.075 mm	No. 200	249.00	26.24	64.49	35.51	-
Fondo		327.00	34.46	98.95	1.05	-
Suma=		939.00	98.9			
Cu=		GRAVAS		0.00 %		
Cc=		ARENAS		64.49 %		
		FINOS		35.51 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

MATERIAL:
ARENA LIMOSA

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

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

CONTRATO No: FECHA:
ABRIL DE 2019

Carrera 18 #27-21 B. Modelo
seincojedm@gmail.com CEL. 3132635714
Saravena-Arauca



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 67

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

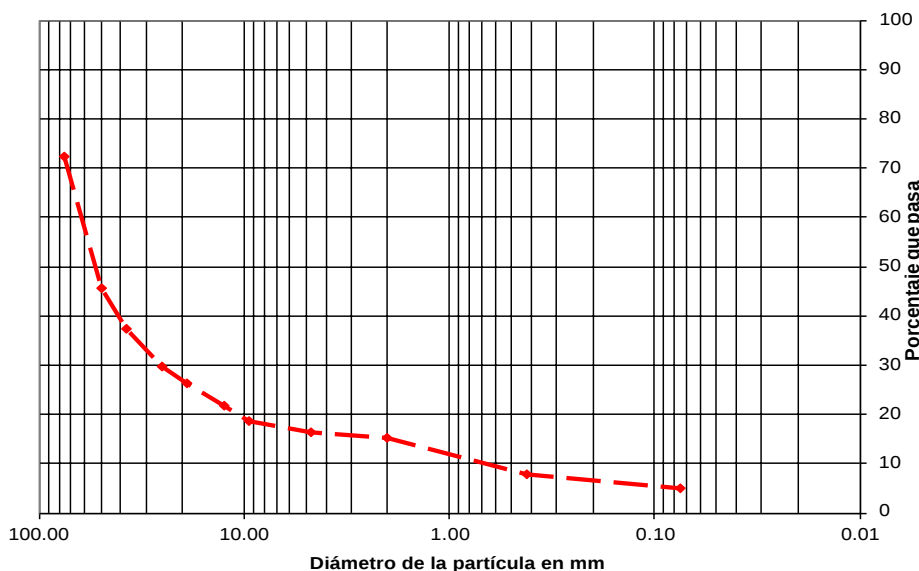
SONDEO: 3
MUESTRA: M2

Peso Total 1 2,539.00 grs
Peso Total 2 2,410.00 grs
Pérdida por Lavado 129.00 grs

Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES
De granulometría media a fina

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

CURVA GRANULOMETRICA



LL: - USC: GP-GM
IP: - AASHTO: A-1-a

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	704.00	27.73	27.73	72.27	
50.000 mm	2"	678.00	26.70	54.43	45.57	-
37.500 mm	1 1/2"	207.00	8.15	62.58	37.42	-
25.000 mm	1"	197.00	7.76	70.34	29.66	-
19.000 mm	3/4"	89.00	3.51	73.85	26.15	-
12.500 mm	1/2"	111.00	4.37	78.22	21.78	-
9.500 mm	3/8"	81.00	3.19	81.41	18.59	-
4.750 mm	No. 4	58.00	2.28	83.69	16.31	-
2.000 mm	No. 10	27.00	1.06	84.76	15.24	-
0.420 mm	No. 40	190.00	7.48	92.24	7.76	-
0.075 mm	No. 200	68.00	2.68	94.92	5.08	-
Fondo		129.00	5.08	100.00	0.00	-
Suma=		2,539.00	100.0			
Cu=		GRAVAS		83.69 %		
Cc=		ARENAS		11.22 %		
		FINOS		5.09 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

MATERIAL:
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

CONTRATO No: FECHA:
ABRIL DE 2019



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS - Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 68

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

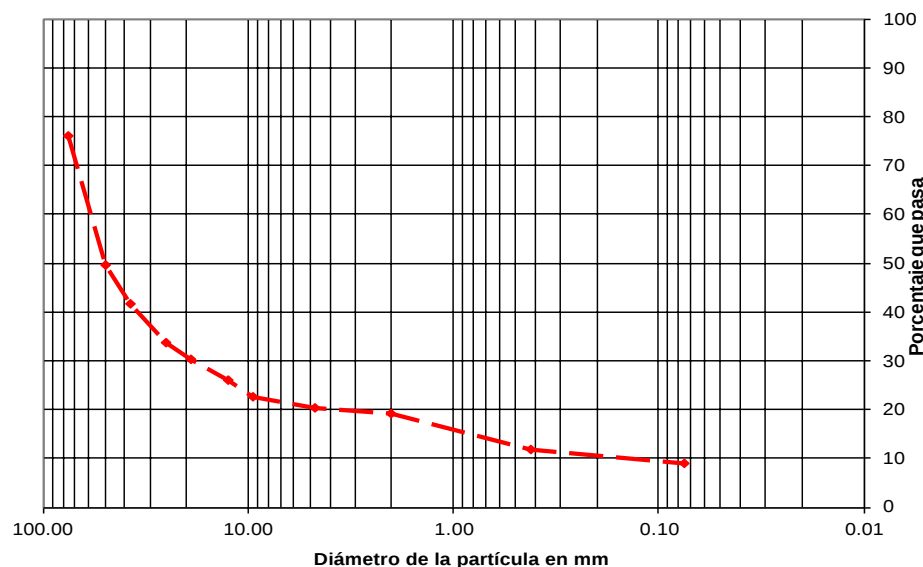
SONDEO: 3
MUESTRA: M3

Peso Total 1 2,550.00 grs
Peso Total 2 2,422.00 grs
Pérdida por Lavado 128.00 grs

Descripción: GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES
De granulometría media a fina

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

CURVA GRANULOMETRICA



LL: - USC: GP-GM
IP: - AASHTO: A-1-a

TAMIZ		Peso Ret.	% Ret.	% Reten Acum	% Pasa	N O R M A
Normal	Alterno					
75.000 mm	3"	609.00	23.88	23.88	76.12	
50.000 mm	2"	676.00	26.51	50.39	49.61	-
37.500 mm	1 1/2"	207.00	8.12	58.51	41.49	-
25.000 mm	1"	196.00	7.69	66.20	33.80	-
19.000 mm	3/4"	91.00	3.57	69.76	30.24	-
12.500 mm	1/2"	110.00	4.31	74.08	25.92	-
9.500 mm	3/8"	83.00	3.25	77.33	22.67	-
4.750 mm	No. 4	57.00	2.24	79.57	20.43	-
2.000 mm	No. 10	29.00	1.14	80.71	19.29	-
0.420 mm	No. 40	192.00	7.53	88.24	11.76	-
0.075 mm	No. 200	69.00	2.71	90.94	9.06	-
Fondo		130.00	5.10	96.04	3.96	-
Suma=		2,449.00	96.0			
Cu=		GRAVAS		79.57 %		
Cc=		ARENAS		11.37 %		
		FINOS		9.06 %		

PROYECTO:
PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS
REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL
HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

SOLICITANTE:
CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.

MATERIAL:
GRAVA MAL GRADUADA CON POCO LIMO Y BLOQUES

LABORATORISTA:
ENDERSON JADIR CACUA RICO

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

CONTRATO No: FECHA: ABRIL DE 2019

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 69

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-01
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	0.00 - 1,20 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	9949		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4001		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1,890		
Humedad natural del suelo (%)	12,42		
Densidad seca (gr/cm3)	1,681		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 70

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-01
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	1.20 - 3.00 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES. COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	10288		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4340		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,050		
Humedad natural del suelo (%)	1,52		
Densidad seca (gr/cm3)	2,019		

OBSERVACIONES

--

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

Fecha:
Abril de 2019

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

ESTUDIO DE SUELOS

Página 71

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-01
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	3.00 - 6.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES. COLOR CAFÉ				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	10302		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4354		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,057		
Humedad natural del suelo (%)	3,66		
Densidad seca (gr/cm3)	1,984		

OBSERVACIONES

--

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

Fecha:
Abril de 2019

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

ESTUDIO DE SUELOS

Página 72



PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.			
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.		APIQUE No.	A-02
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	0.00 - 1.10	MUESTRA No. 1
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA			

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	9917		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	3969		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1,875		
Humedad natural del suelo (%)	7,37		
Densidad seca (gr/cm3)	1,746		

OBSERVACIONES	
----------------------	--

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 73

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-02
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	1,10 - 3.30	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES. COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	10294		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4346		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,053		
Humedad natural del suelo (%)	1,63		
Densidad seca (gr/cm3)	2,020		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 74

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-02
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	3.30 - 6.00	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES. COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	10315		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4367		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,063		
Humedad natural del suelo (%)	0,86		
Densidad seca (gr/cm3)	2,045		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 75

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-03
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	0.00 - 1,00 m	MUESTRA No.	1
DESCRIPCION	ARENA LIMOSA COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	9980		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4032		
Densidad húmeda (gr/cm3)	1,905		
Humedad natural del suelo (%)	11,70		
Densidad seca (gr/cm3)	1,705		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 76

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-03
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	1.00 - 2.00 m	MUESTRA No.	2
DESCRIPCION	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES. COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	10260		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4312		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,037		
Humedad natural del suelo (%)	1,89		
Densidad seca (gr/cm3)	1,999		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 77

PESO UNITARIO

PROYECTO	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.				
SOLICITANTE	CONSULTAR CON PROFESIONALES S.A.S.			APIQUE No.	A-03
FECHA	ABRIL DE 2019	PROFUNDIDAD	2.00 - 6.00 m	MUESTRA No.	3
DESCRIPCION	GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO CON BLOQUES. COLOR AMARILLA				

Diametro del molde (cm)	15,23		
Altura del molde (cm)	11,62		
Volumen del molde (cm3)	2117		
W suelo húmedo + molde (gr)	10325		
W molde (gr)	5948		
W suelo húmedo (gr)	4377		
Densidad húmeda (gr/cm3)	2,068		
Humedad natural del suelo (%)	1,45		
Densidad seca (gr/cm3)	2,038		

OBSERVACIONES

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

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

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :		UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS HOSPITAL DEL SARARE E.S.E			
APIQUE No. :		1			
MUESTRA No. :		2(Grava limosa con arena, color amarillo)			
PROFUNDIDAD :		1.20 - 3.00 metros			
Ao (cm^2):	17.40	Peso humedo(W1):	57.13	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	8	Peso seco(W2):	52.13		
		Peso tara(W3):	7.11	σ_n (Kg/cm^2) :	0.46
		Humedad (%):	11.11		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$\tau = Q/A$ (Kg/cm^2)	TAN $\Phi =$ τ / σ_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
18	10	472	1.46	0.08	0.1823
27	20	469	2.19	0.13	0.2734
33	30	466	2.67	0.15	0.3341
37	40	458	3.00	0.17	0.3746
42	50	458	3.40	0.20	0.4253
47	60	465	3.81	0.22	0.4759
58	80	465	4.70	0.27	0.5873
65	100	465	5.27	0.30	0.6581
70	120	465	5.67	0.33	0.7088
74	140	466	5.99	0.34	0.7493
79	160	467	6.40	0.37	0.7999
79	180	470	6.40	0.37	0.7999
79	200	472	6.40	0.37	0.7999
69	250	475	5.59	0.32	0.6986
63	300	478	5.10	0.29	0.6379
62	350	480	5.02	0.29	0.6278
60	400	480	4.86	0.28	0.6075
59	450	481	4.78	0.27	0.5974
59	500	518	4.78	0.27	0.5974

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS



JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES

PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR
ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.

Fecha:
Abril de 2019

ESTUDIO DE SUELOS

Página 79

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :		UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS HOSPITAL DEL SARARE E.S.E			
APIQUE No. :		1			
MUESTRA No. :		2(Grava limosa con arena, color amarillo)			
PROFUNDIDAD :		1.20 - 3.00 metros			
Ao (cm ²):	17.40	Peso humedo(W1):	63.42	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	14	Peso seco(W2):	52.78		
		Peso tara(W3):	6.98	σ_n (Kg/cm ²) :	0.80
		Humedad (%):	23.23		

CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$\tau = Q/A$ (Kg/cm ²)	TAN $\Phi =$ τ / σ_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
25	10	438	2.03	0.12	0.1446
33	20	436	2.67	0.15	0.1909
44	30	433	3.56	0.20	0.2546
50	40	431	4.05	0.23	0.2893
56	50	429	4.54	0.26	0.3240
64	60	427	5.18	0.30	0.3703
83	80	426	6.72	0.39	0.4802
102	100	425	8.26	0.47	0.5901
118	120	423	9.56	0.55	0.6827
128	140	423	10.37	0.60	0.7406
131	160	423	10.61	0.61	0.7579
127	180	424	10.29	0.59	0.7348
120	200	426	9.72	0.56	0.6943
110	250	428	8.91	0.51	0.6364
97	300	430	7.86	0.45	0.5612
96	350	431	7.78	0.45	0.5554
96	400	431	7.78	0.45	0.5554
92	450	430	7.45	0.43	0.5323
92	500	429	7.45	0.43	0.5323

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS



LOCALIZACIÓN :		UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS HOSPITAL DEL SARARE E.S.E			
APIQUE No. :		1			
MUESTRA No. :		2(Grava limosa con arena, color amarillo)			
PROFUNDIDAD :		1.20 - 3.00 metros			
Ao (cm^2):	17.40	Peso humedo(W1):	58.47	CONSTANTE ANILLO(Kg/div) :	0.081
CARGA NORMAL (Kg):	22	Peso seco(W2):	48.86		
		Peso tara(W3):	7.24	σ_n (Kg/cm^2) :	1.26
		Humedad (%):	23.09		

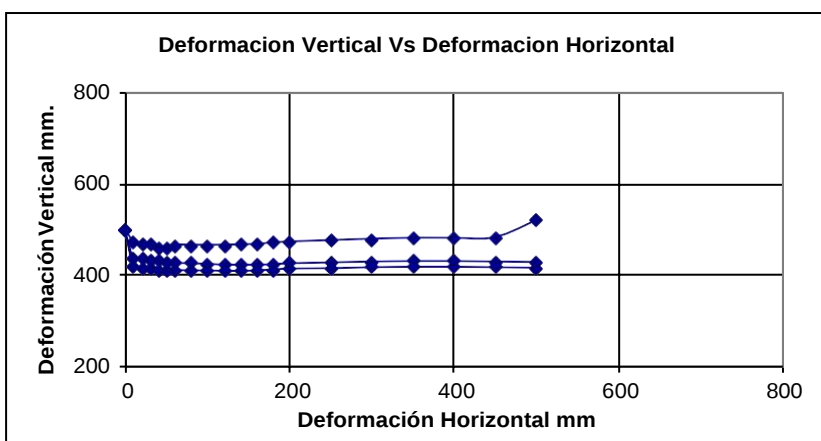
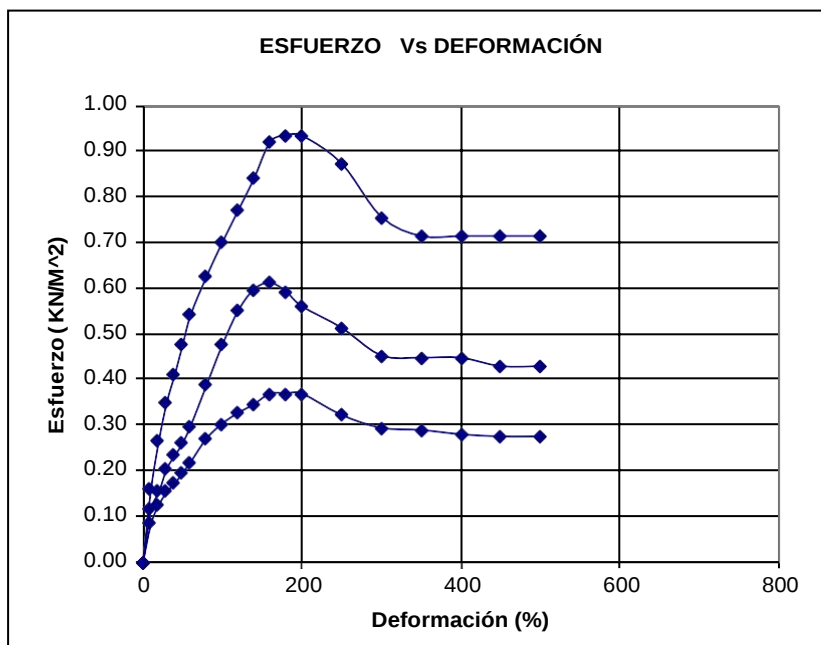
CARGA (Lbs)	DEFORMACIÓN H (0,001 mm)	DEFORMACIÓN V (0,001 mm)	CARGA (Kg)	$\tau = Q/A$ (Kg/cm^2)	TAN $\Phi =$ τ / σ_n
0	0	500	0.00	0.00	0.0000
34	10	419	2.75	0.16	0.1252
57	20	416	4.62	0.27	0.2099
75	30	414	6.08	0.35	0.2761
88	40	412	7.13	0.41	0.3240
102	50	411	8.26	0.47	0.3755
116	60	411	9.40	0.54	0.4271
134	80	410	10.85	0.62	0.4934
150	100	410	12.15	0.70	0.5523
165	120	409	13.37	0.77	0.6075
180	140	409	14.58	0.84	0.6627
197	160	410	15.96	0.92	0.7253
200	180	412	16.20	0.93	0.7364
200	200	414	16.20	0.93	0.7364
187	250	415	15.15	0.87	0.6885
162	300	417	13.12	0.75	0.5965
153	350	418	12.39	0.71	0.5633
153	400	418	12.39	0.71	0.5633
153	450	417	12.39	0.71	0.5633
153	500	416	12.39	0.71	0.5633

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS HOSPITAL DEL SARARE E.S.E
APIQUE No. :	1
MUESTRA No. :	2(Grava limosa con arena, color amarillo)
PROFUNDIDAD :	1.20 - 3.00 metros

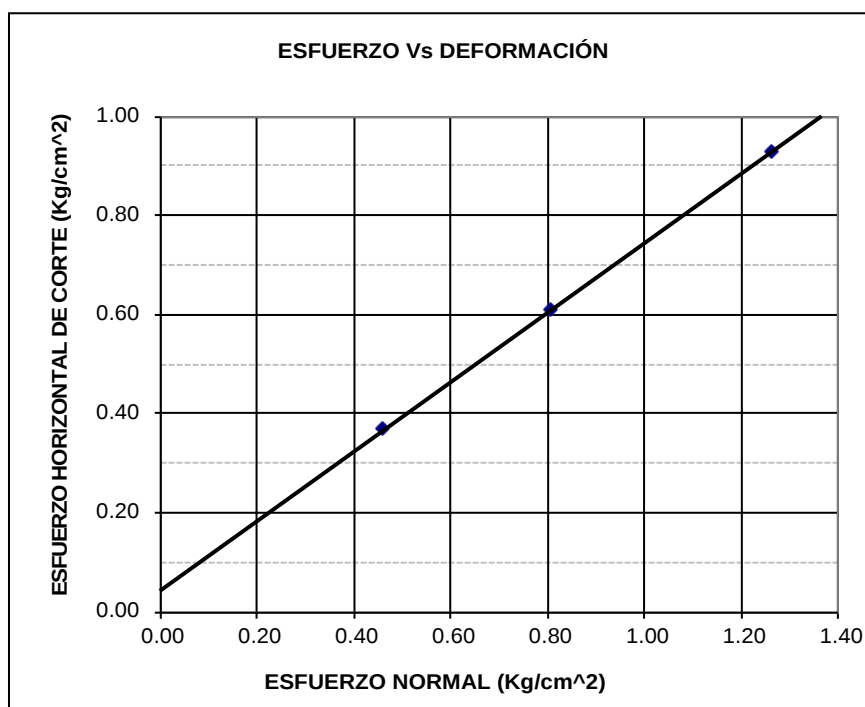


ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

LOCALIZACIÓN :	UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS HOSPITAL DEL SARARE E.S.E
APIQUE No. :	1
MUESTRA No. :	2(Grava limosa con arena, color amarillo)
PROFUNDIDAD :	1.20 - 3.00 metros



Cohesión (C) :	0.05 Kg/cm ²
Angulo de fricción (ϕ):	35.0°
Peso Unitario Húmedo (γ):	Kg/cm ³
Condición del ensayo	Remoldeado a humedad natural
Peso Unitario Seco(γ):	Kg/cm ³
Humedad de Saturación	10.22%

ENDERSON JADIR CACUA RICO
LABORATORISTA

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
ING. CIVIL MP 5420272031 NTS

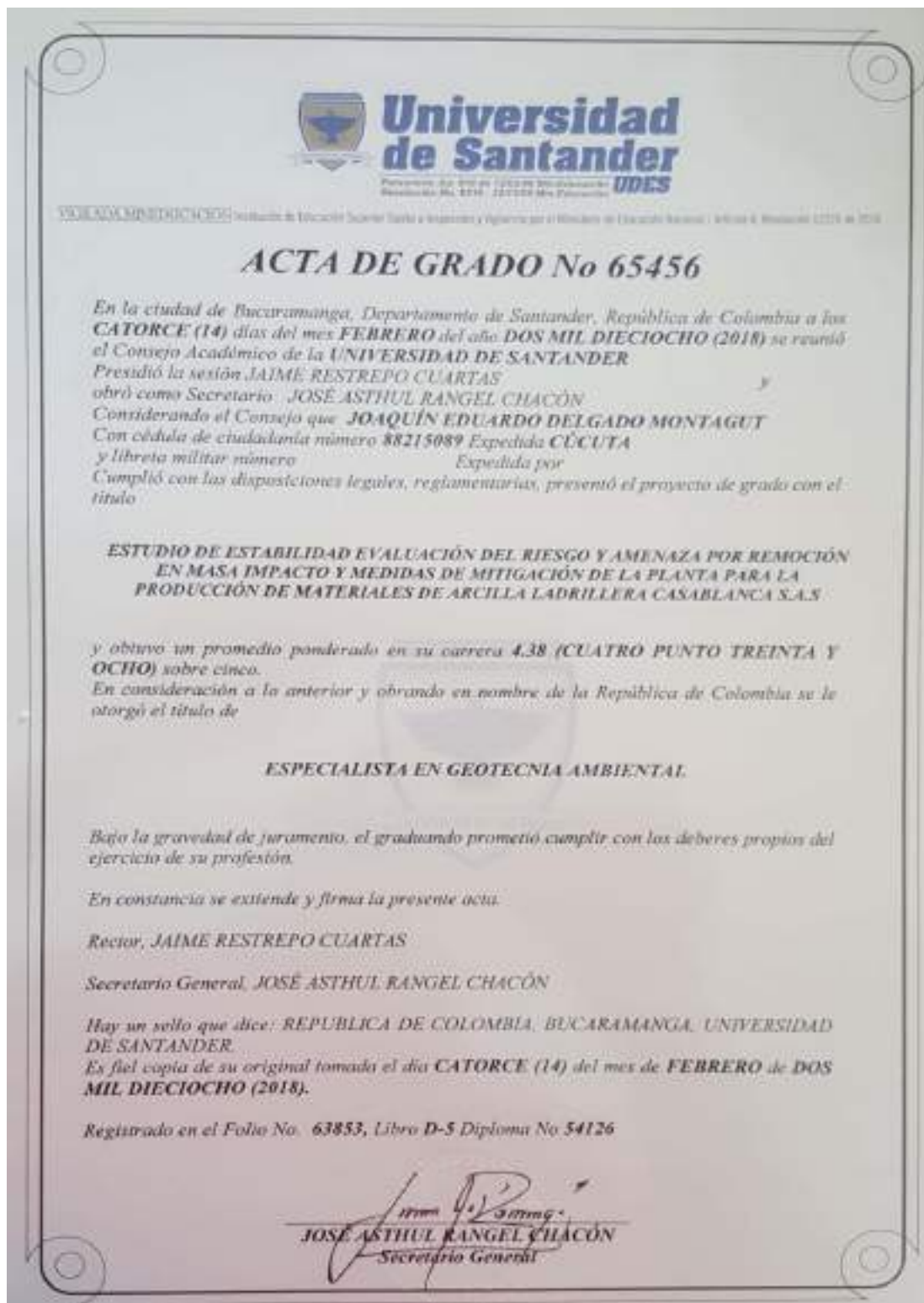
	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 83

ANEXO A-4. DOCUMENTOS GEOTECNISTA

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 84



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	ESTUDIO DE SUELOS Página 85



	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	Fecha: Abril de 2019 ESTUDIO DE SUELOS Página 86
--	--	--



CERTIFICADO DE VIGENCIA Y ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS
 N° E2019VEN00096636

REPÚBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE
INGENIERÍA
COPNIA
 EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DELGADO MONTAGUT JOAQUIN EDUARDO identificado (a) con Cédula de Ciudadanía N° 88215089, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, como INGENIERO CIVIL con Matrícula Profesional N° 54202-72031 NTS desde el (los) catorce (14) día(s) del mes de mayo del año mil novecientos noventa y ocho (1998).
2. Que la (el) Matrícula 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 la (el) referida (o) Matrícula Profesional se encuentra vigente, por lo cual el profesional certificado actualmente NO está impedido para ejercer la profesión.
4. Que el profesional NO tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.
5. Que la presente certificación tiene una validez de seis (6) meses y se expide en Bogotá, D.C., a los quince (15) días del mes (abril) del año dos mil diecinueve (2019).



RUBÉN DARÍO OCHOA ARBELÁEZ

Firma del titular (*)

(*) Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado.

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web <http://gdocumental.copnia.gov.co/investiteCSV> indicado el código que se encuentra en el costado izquierdo de este documento

Calle 78 N° 9 - 57 Piso 13 - Bogotá D.C. Pbx: 3220102 - Correo-e: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA
 Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
 e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

Documento firmado por: CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA - COPNIA, N° de serie: 129108594675937808982322119189767539950.
 Emisor del certificado: AC TESTINTE CERTICAMARA S.A., Fecha de emisión de la firma: 15/04/2019 07:16:53.
 Código Seguro de Verificación (<http://gdocumental.copnia.gov.co/investiteCSV>): yZurZHREFla1Qsd-hnD4 <http://www.copnia.gov.co>
 Página 1 de un total de 1 página(s).

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 87

ANEXO A-5. MEMORIA DE RESPONSABILIDAD

	JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT Ingeniero Civil UFPS – Esp. Geotecnia Ambiental UDES	Fecha: Abril de 2019
	PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.	<u>ESTUDIO DE SUELOS</u> Página 88

CARTA DE RESPONSABILIDAD

Yo **JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT**, identificado con cédula de ciudadanía No. 88.215.089 expedida en la Ciudad de Cúcuta – N.S., en mi condición de INGENIERO CIVIL portador de Matrícula Profesional No. 54202-72031 NTS, declaro que realicé el informe Estudio de Suelos para el proyecto cuyo objeto es “**PRESTACIÓN DE SERVICIOS PROFESIONALES PARA REALIZAR ESTUDIO Y DISEÑOS REQUERIDOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL HOSPITAL DEL SARARE E.S.E.**”, así mismo declaro que asumo la responsabilidad del perjuicio que por causa de él pueda deducirse.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional, Certificado de Vigencia de la misma y copia de la Cédula de Ciudadanía.

Se expide a solicitud del interesado, a los veinticuatro (24) días del mes de abril de 2019.

Cordialmente,

JOAQUIN EDUARDO DELGADO MONTAGUT
C.C. 88215089 de Cúcuta – M.P. 5420272031 NTS
Ing. Civil UFPS. - Especialista en Geotecnia Ambiental UDES

Carrera 18 #27-21 B. Modelo
seincojedm@gmail.com CEL. 3132635714
Saravena-Arauca