NHSQ S.A.S. INGENIERIA HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE	**CONSECUTIVO:** EG-044-W918-21 **PAGINAS:** 1 DE 122	ISO 9001:2015 BUREAU VERITAS Certification CO18.01105

ESTUDIO GEOTÉCNICO

Este documento es propiedad de NHSQ INGENIERÍA y no debe ser modificado, copiado o difundido por ningún medio a persona alguna no autorizada sin el permiso o aprobación del propietario. El solicitante o usuario será responsable por cualquier uso indebido. Este documento no es válido sin la firma en original.	**DEPARTAMENTO:** META	**MUNICIPIO:** VILLAVICENCIO	**FECHA DE ENTREGA:** SEPTIEMBRE DE 2021

ELABORADO Y APROBADO:	**VERSIÓN**	**FECHA**	**DESCRIPCIÓN**
Ing. NESTOR HERNAN SUAREZ Q. Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos M.P. 25202-158140 CND			

SOLICITANTE: AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META NIT: 900220547-5	**PROYECTO:** CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, NESTOR HERNÁN SUAREZ QUIÑONES, identificado con cedula de ciudadanía N° 79.877.431 de Bogotá, en mi calidad de Ingeniero Civil, especialista en geotecnia vial y pavimentos con Matrícula Profesional N° 25202-158140 CND, Certifico que realicé el estudio geotécnico, de acuerdo con la norma colombiana de diseño y construcción sismo resistente, NSR-10 y demás leyes y decretos existentes, para el proyecto "CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META."

Por lo anterior, manifiesto que es viable la construcción del proyecto, siempre y cuando se construyan las obras de acuerdo con las recomendaciones efectuadas en los estudios geotécnicos.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la entidad a la cual se presenta el proyecto no constituye una aprobación al estudio, sino una verificación del cumplimiento de los Decretos antes mencionados.

La presente se expide a solicitud del interesado el mes de septiembre de 2021.

Cordialmente,

Ing. NÉSTOR HERNÁN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos
Especialista en Patología de la Construcción
R/L NHSQ INGENIERÍA S.A.S
Nit: 901.047.361-5



TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 9
2 OBJETIVO GENERAL 10
3 GENERALIDADES DEL PROYECTO 11
4 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 12
5 ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO 17
6 METODOLOGÍA 28
7 PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO 32
8 CLASIFICACIÓN DEL SUELO 33
9 CONDICIONES DEL PROYECTO 39
10 ANÁLISIS GEOTÉCNICO 41
11 RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN 59
12 ENTIBADO Y TABLESTACADO 64
13 EXCAVACIÓN DE ZANJAS 69
14 OBSERVACIONES 70
15 CONCLUSIONES 71
16 BIBLIOGRAFÍA 72

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías 29
Tabla 2 Categoría de la unidad de construcción 29
Tabla 3 Profundidad de sondeos. 30
Tabla 4 Ensayos de laboratorio 32
Tabla 5 calculo N_{60} 34
Tabla 6 Factor de corrección 34
Tabla 7 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10 38
Tabla 8 Evaluación del potencial de expansión de acuerdo con NSR-10 38
Tabla 9 Definición de zona de amenaza sísmica 39
Tabla 10 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10 41
Tabla 11 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas 41
Tabla 12 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos 42
Tabla 13 Cálculo de la capacidad de carga 0.25– 2.00 m (Sondeos 1 y 4) 43
Tabla 14 Cálculo de la capacidad de carga 2.50– 6.00 m (Sondeos 1 y 4) 44
Tabla 15 Cálculo de la capacidad de carga 0.25– 2.00 m (Sondeos 2,3 ,5,6) 45
Tabla 16 Cálculo de la capacidad de carga 2.50– 6.00 m (Sondeos 2,3,5,6) 46
Tabla 17 Ecuación para el cálculo de asentamientos 47
Tabla 18 Cálculo de Asentamientos (Prof. 2.00m) 47
Tabla 19 Cálculo de Asentamientos (Prof. 2.00 m) 48
Tabla 20 Clasificación del suelo 48
Tabla 21 Coeficiente Fa periodos cortos 49
Tabla 22 Coeficiente Fv periodos intermedio 50
Tabla 23 Factores de Seguridad Indirectos F_{sicp} Mínimos 51
Tabla 24 Carga Muerta + Carga Viva Normal (0.25 – 2.00 m) 51
Tabla 25 Carga Muerta + Carga Viva Normal (2.50 – 6.00 m) 52
Tabla 26 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (0.25 – 2.00 m) 53
Tabla 27 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (2.50 – 6.00 m) 54
Tabla 28 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (0.25 – 2.00 m) 55
Tabla 29 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (2.50 – 6.00 m) 56
Tabla 30 Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos 57
Tabla 31 Carga Muerta + Carga Viva Normal (0.25 – 2.00 m) 57
Tabla 32 Carga Muerta + Carga Viva Normal (2.50 – 6.00 m) 58
Tabla 33 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (0.25 – 2.00 m) 58
Tabla 34 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (2.50 – 6.00 m) 59
Tabla 35 Recomendación de cimentación 60

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Perfil estratigráfico sondeos S1 al S6 33
Figura 2 formula N promedio. 33
Figura 3 formula N60. 34
Figura 4 Representación gráfica del sistema de cimentación, zapata aislada. 60
Figura 5 Esquema de zapatas y viga de cimentación. 60

LISTADO DE MAPAS

Mapa 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo. 12
Mapa 2 Plano geológico de departamento del Meta 17
Mapa 3 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v 40

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1 Ubicación general coliseos menores- Villa Olímpica – Villavicencio 13
Imagen 2 Totales Mensuales Humedad Relativa – Estación Apto. Vanguardia 14
Imagen 3 Precipitación media mensual multianual – Estación Apto. Vanguardia 15
Imagen 4 Temperatura media mensual multianual– Estación Apto. Vanguardia 15
Imagen 5 Totales Mensuales Brillo Solar – Estación Apto. Vanguardia 16
Imagen 6 Evaporación mensual multianual – Estación Apto. Vanguardia 16
Imagen 7 Conformación estratigráfica de la zona 17
Imagen 8 Leyenda geológica de la zona de estudio 18
Imagen 9 Columnas generalizadas del Precámbrico y Paleozoico en el Macizo de Quetame 19
Imagen 10 Columna estratigráfica generalizada del Borde Llanero - Macizo de Quetame 20
Imagen 11 Esquema del ambiente de formación de las Brechas de Buenavista. 21
Imagen 12 Columna generalizada y parcial de las Formaciones Brechas de Buenavista y Lutitas de Macanal. 22
Imagen 13 Esquema facial de las Unidades Pre-Cretácicas y Cretácicas del Borde Llanero Sector Cáqueza-Villavicencio 23
Imagen 14 Esquema tectónico regional. 26
Imagen 15 Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de periodos cortos del espectro 49
Imagen 16 Coeficiente de amplificación Fv del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro 50
Imagen 17 Representación gráfica de la zapata aislada. 64
Imagen 18 Entibado en madera y metálico tipo cajón 64
Imagen 19 Entibado en madera recomendado 68
Imagen 20 Entibado metálico tipo cajón a 4.00m 68
Imagen 21 Entibado metálico tipo cajón a 5.00m 69

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Registro Fotográfico 73
Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S1 77
Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S2 78
Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S3 79
Anexo 5 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S4 80
Anexo 6 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S5 81
Anexo 7 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S6 82
Anexo 8 Resultados del ensayo de corte directo 83
Anexo 9 Planos de ubicación de los sondeos 84
Anexo 10 Diploma y acta de grado de especialización en geotecnia 87
Anexo 11 Certificados de calibración 90
Anexo 12 Certificación ISO9001-2015 94
Anexo 13 Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios 96

Anexo 14 Modulo de Balastro 98

CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10.

El presente estudio geotécnico cumple con las exigencias del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR-10 título H, como se puede apreciar en la siguiente tabla:

CAPÍTULO	EXIGENCIA DEL REGLAMENTO		CUMPLIMIENTO	PÁGINA
H.1.1.2.1 Firma de los estudios	Ingeniero civil con 5 años de experiencia y/o estudios de postgrado en geotecnia	O.K.	✔	2
	Memorial de responsabilidad, copnia y tarjeta profesional vigente	O.K.	✔	2
H.2.2.2.1 (a) Información del proyecto	Nombre		✔	1
	Planos de localización regional y local del proyecto		✔	85-86
	Localización de los sondeos realizados		✔	85-86
	Objeto del estudio		✔	10
	Descripción general del proyecto		✔	11
	Sistema estructural		✔	11
	Evaluación de Cargas		✔	11
H.3.1 Unidades de construcción	**(a)** Una edificación en altura,		✔	11
	(b) Grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40 m,		N.A	–
	(c) Cada zona separada por juntas de construcción,		N.A	–
	(d) Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m		N.A	–
	(e) Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.		N.A	–
H.3.1.1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías	Categoría Baja hasta 3 niveles	O.K.	✔	29
	Categoría Media 4 a 10 niveles	N.A.		
	Categoría Alta 11 a 20 niveles	N.A.		
	Categoría Especial mayor de 20 niveles	N.A.		
H.2.1.1.1 - H.3.2.2 Investigación del subsuelo y exploración de campo	Apiques	N.A.	✔	30
	Trincheras	N.A.		
	Perforación o sondeo con muestreo o sondeos estáticos o dinámicos	O.K.		
	U otros procedimientos exploratorios reconocidos en la práctica	N.A.		
H.2.1.1.2 Análisis y recomendaciones	Interpretación técnica conducente a la caracterización del subsuelo y la evaluación de posibles mecanismos de falla y de deformación para sustituir los parámetros y las recomendaciones necesarias para el diseño y la construcción de los sistemas de cimentación y contención y de otras obras en el terreno influenciadas por factores geotécnicos.	O.K.	✔	39
H.3.2.3 Número mínimo de sondeos	El número mínimo de sondeos de exploración que deberán efectuarse en el terreno donde se desarrollará el proyecto se definen en la tabla H.3.2-1.		✔	29
H.3.2.4 Características y distribución de los sondeos	Las características y distribución de los sondeos deben cumplir las disposiciones enunciadas en el informe además de las ya enunciadas en H.3.1-1 y H.3.2-1		✔	29
H.3.2.5 Profundidad de los sondeos	Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los criterios enunciados en el informe		✔	29
H.3.2.6 Número mínimo de sondeos	Dependerán de la unidad de construcción		✔	29
Cap. A.2 Definición de los niveles de amenaza y movimientos sísmicos de diseño	Se define los parámetros Aa, Av, Fa y Fv de acuerdo con el N, Vs o Su y los resultados de los sondeos.		✔	48
H.2.2.2.1 (b) y (c) Información del subsuelo	Resumen del reconocimiento de campo		✔	28
	Morfología del terreno		✔	17-28

CAPÍTULO	EXIGENCIA DEL REGLAMENTO			CUMPLIMIENTO	PÁGINA
	Origen geológico			✔	17-28
	Características físico-químicas			✔	17-28
	Niveles freáticos con la interpretación de su significado			✔	39
H.2.2.2.1 (c) Información de cada unidad geológica	Identificación, espesor, distribución y parámetros obtenidos en los ensayos de campo y laboratorio.			✔	17-28
H.2.2.2.1 (d) Análisis geotécnico	Resumen de los análisis y justificación de los sistemas geotécnicos adaptados. Alternativas de cimentación y contención. Evaluaciones de estabilidad de las excavaciones.			✔	39
H.2.2.2.1 Registros de perforación	Perfiles de los sondeos.			✔	32
H.2.2.2.1 Resultado de pruebas y ensayos de campo y laboratorio	Resultado de cada uno de los ensayos de campo y laboratorio realizados en forma de gráficos o tablas.			✔	Ver anexos
H.2.5 Clasificación de los suelos como granulares o cohesivos	Se definen cuáles suelos pueden considerarse como granulares y cuáles como cohesivos.			✔	36
H.2.6 Normas técnicas	Normas que forman parte integrante del Reglamento NSR-10 y que fueron utilizadas para el desarrollo del presente estudio.			✔	11
H.3.3.3 Propiedades básicas mínimas de los suelos	Se especifican las propiedades mínimas de resistencia que se deben presentar, ensayo corte directo o SPT para suelos granulares y compresión simple o corte directo para suelos cohesivos.			✔	32
H.3.3.5 Ejecución de ensayos en campo	El ingeniero responsable del estudio podrá llevar a cabo pruebas de campo para la determinación de propiedades geomecánicas con equipos y metodologías de reconocida aceptación técnica.			✔	30
	Equipo de perforación	Mecánico	O.K.		
		Rotación	N.A.		
			N.A.		
	Certificados de calibración		O.K.	✔	Ver anexos
Cap. H.9 Condiciones geotécnicas especiales	Se requiere identificar los suelos expansivos, los suelos colapsables y analizar los efectos de la vegetación.			✔	43
H.2.3 Analizar la existencia de agua subterránea	Los estudios geotécnicos deben analizar la existencia de agua libre, flujos potenciales de agua subterránea y la presencia de paleocauces.			✔	N.A.
H.4.6 Definición de la profundidad de cimentación	Se establecen las profundidades mínimas de cimentación para los cálculos de capacidad teniendo en cuenta la posibilidad de erosión, tubificación, cambios de humedad y raíces de árboles.			--	56
H.4.7 Cálculo de factor de seguridad de las cimentaciones	El NSR-10 aconseja los factores de seguridad que se deben cumplir para capacidad de soporte de cimentaciones.			✔	50
H.4.8 Cálculo de asentamientos	Se exige calcular los asentamientos mediante modelos de aceptación generalizada, empleando parámetros de deformación obtenidos a partir de ensayos de laboratorio o campo.			✔	43-45
Cap. H.5 Estudio de estabilidad de taludes y laderas	Se establecen los procedimientos para el cálculo de estabilidad de taludes y excavaciones.		N.A.	--	N.A.
H.5.2.5 Definición del sismo de diseño para análisis seudoestático de taludes	Se definen los valores mínimos de aceleración para el análisis seudoestático de taludes.		N.A.	--	N.A.
H.2.4.3 Cumplimiento de factores de	En la tabla H.2.4-1 se establecen los factores de seguridad básicos mínimos directos.		N.A.	--	N.A.

CAPÍTULO	EXIGENCIA DEL REGLAMENTO		CUMPLIMIENTO	PÁGINA
seguridad mínimos para estabilidad de taludes				
Cap. H.6 Análisis de presiones de tierras y estructuras de contención	Se establecen los criterios para el análisis de presiones de tierra y estructuras de contención.	N.A.	--	N.A.
H.2.2.2.1 (e) Recomendaciones para el diseño	Tipo de cimentación	O.K.	✔	56-62
	Profundidad de apoyo	O.K.	✔	56-62
	Presiones admisibles	O.K.	✔	41
	Asentamientos calculados incluyendo diferenciales	O.K.	✔	43-45
	Tipos de estructuras de contención y parámetros para su diseño	N.A.	--	N.A.
	Perfil de suelo para diseño sismo resistente	O.K.	✔	32
	Parámetros para análisis de interacción suelo estructura	O.K.	✔	48
	Planes de contingencia en caso de que se excedan los valores,	N.A.	--	N.A.
	Evaluación de estabilidad de excavaciones, laderas y rellenos; y diseño de filtros.	N.A.	--	N.A.
H.2.2.2.1 (f) Recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos	Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio lo estime necesario se debe elaborar un capítulo que contenga estimación de los asentamientos ocasionados por presencia de nivel freático y otros efectos, diseño de sistemas de soporte y medidas preventivas.	N.A.	--	N.A.
H.2.2.2.1 (g) Recomendaciones para construcción (Sistema constructivo)	Es un documento de obligatoria elaboración, el cual debe ser verificado por las autoridades que expidan las licencias de construcción.	O.K.	✔	11
Cap. H.8.4 Sistema constructivo de cimentaciones	Definir profundidad de desplante, secuencia para realizar las excavaciones, disposición de sobrantes, tiempo máximo de exposición, efectos de los cambios de humedad.	O.K.	✔	56-62
Cap. H.8.2 Sistema constructivo de excavaciones	Procedimiento de excavación para minimizar los movimientos de las construcciones vecinas y servicios públicos, control de flujo de agua subterránea, secuencia de excavación, protección de taludes permanentes y plan de contingencia para excavaciones.	O.K.	✔	56-62
Cap. H.8.3 Sistema constructivo de estructuras de contención	Se debe incluir la secuencia completa de ejecución de actividades de tal manera que se garantice que los suelos no sufran variaciones importantes en su rigidez y resistencia, sistemas de drenaje preventivo.	N.A.	--	N.A.
H.2.2.3 Asesoría geotécnica en las etapas de diseño y construcción	Para proyectos de categoría media, alta y especial, se debe contar con el acompañamiento de un Ingeniero Geotecnista quién aprobará durante la ejecución de la obra los niveles y estratos de cimentación y los procedimientos de excavación.	O.K.	✔	72
H.2.2.2 (h) Anexos	Resumen de los resultados en forma de gráficos, fotografías, registros de perforación y resultados de ensayos de campo y laboratorio.	O.K.	✔	73-100

1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio tiene como objetivo definir las propiedades geotécnicas del suelo, condiciones del subsuelo y el asentamiento tolerable con el fin de conocer la capacidad portante del suelo y así recomendar el sistema de cimentación más conveniente para el proyecto de "CONSTRUCCION DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META".

En el documento inicialmente se presenta toda la información previa obtenida, se hace referencia a las características del sitio y del entorno en general, a las características del proyecto a ejecutar y a la investigación de campo realizada con los respectivos ensayos de laboratorio y verificación.

Luego se desarrolla el análisis de los datos obtenidos, tanto en campo como en laboratorio; se determinan las características del subsuelo, su estratigrafía y se realiza una interpretación geotécnica.

Finalmente, se presenta el resumen de la evaluación de los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, análisis de ingeniería, capacidad admisible de carga, se define el tipo de cimentación más adecuada, se presentan las conclusiones y recomendaciones que garanticen el adecuado comportamiento del sistema y la estabilidad de la estructura proyectada.

Es importante resaltar que el estudio se ejecutó de acuerdo con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10 título H.

Nuestra empresa cuenta en la actualidad con Certificación ISO9001-2015 con la entidad Bureau Veritas y los equipos de laboratorios se encuentran calibrados por una entidad Acreditada por la ONAC, tal y como lo solicita la Norma.

2 OBJETIVO GENERAL

Basados en la NSR-10, el objetivo principal es definir las características actuales del terreno, el tipo de cimentación más apropiado y emitir las conclusiones y recomendaciones que permitan garantizar la estabilidad del proyecto.

2.1 Objetivos Específicos

- Planear y ejecutar un completo programa de exploración y ensayos de campo y laboratorio sobre el sitio en estudio.
- Investigar la clase de terreno para definir la cimentación adecuada para el proyecto.
- Determinar la zona de amenaza sísmica y el coeficiente de importancia de acuerdo con el uso de la edificación a construir.
- Conocer mediante ensayos de laboratorio las propiedades de los materiales de cada estrato encontrado en el área del proyecto.
- Definir la información geotécnica necesaria y suficiente, que permita establecer los parámetros de diseño, para el dimensionamiento geotécnico de la cimentación, considerando como criterios de diseño, la capacidad portante, los asentamientos y las fuerzas horizontales.
- Calcular la capacidad portante y el asentamiento del suelo.
- Detectar la posición del nivel de aguas freáticas (NAF).
- Obtener los parámetros geotécnicos que se requieren para el diseño de cimentaciones, estructuras enterradas y estructuras de contención.
- Establecer la profundidad adecuada para la cimentación de la estructura.

3 GENERALIDADES DEL PROYECTO

Se realizo el estudio geotécnico para la la construcción de escenarios deportivos multipropósito ubicados en la villa olímpica del municipio de Villavicencio-Meta. Los sitios escogidos para los ensayos se realizaron dentro del área a construir señalado por el ingeniero a cargo del proyecto.

3.1 Alcance del estudio

Para la realización del estudio se ejecutaron sondeos manuales y ensayos de laboratorio, se analizó la geología general de la región y se consultaron los estudios de otros sitios cercanos al área; sin embargo, al construir el proyecto pueden encontrarse condiciones diferentes, las cuales no fueron detectadas en el momento de la realización del estudio.

3.2 Cumplimiento del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo

El presente Estudio Geotécnico cumple con la Ley 400 del 19 de agosto de 1997 y el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10).

El ingeniero geotecnista da fe de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del estudio.

3.3 Sistema estructural

El sistema estructural propuesto consiste en un sistema aporticado compuesto de zapatas, columnas y vigas.

3.4 Información existente

No se encontró información existente en las entidades públicas o privadas.

3.5 Descripción de cargas de las obras proyectadas

La construcción propuesta es de categoría Baja, debido a que los niveles de construcción no supera los 3 niveles (una edificación altura) y las cargas máximas del servicio de las columnas son menores de 800 kN (80 Ton). En todos los casos las cargas son inferiores a 800 kN (80 Ton).

4 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

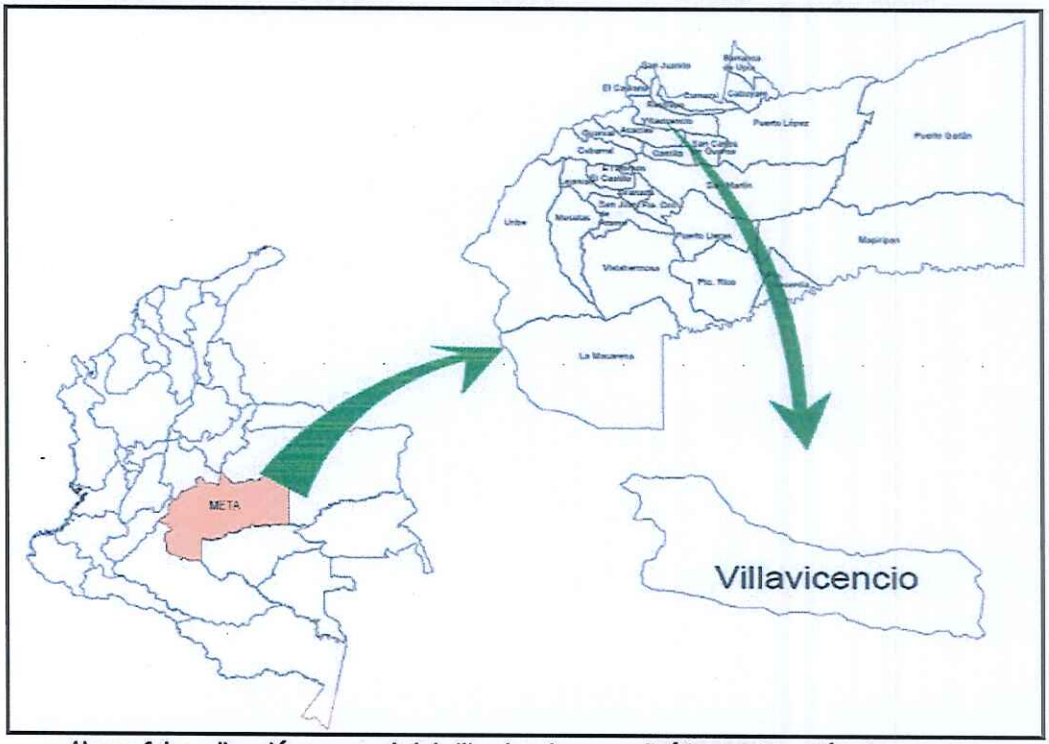
La zona en estudio está ubicada en la villa olímpica en el municipio de Villavicencio, este municipio se ubica en el piedemonte de la Cordillera Oriental, al noroccidente del departamento del Meta, en la margen derecha del río Guatiquía.

Sus límites geográficos son: Al norte con El Calvario y Restrepo, por el Sur con San Carlos de Guaroa y Acacías, por el oriente con Puerto López y por el Occidente con Acacías y el departamento de Cundinamarca.

Topográficamente se distinguen dos regiones: una montañosa ubicada al occidente y noroccidente, formada por el costado de la Cordillera Oriental; la otra, una planicie inclinada ligeramente hacia el oriente y el nororiente, corresponde al piedemonte de la cordillera, bordeada al norte por el río Guatiquía.

En la parte central de esta planicie cruzan los ríos Ocoa y Negro, además de numerosos caños y afluentes menores. En el noroccidente se encuentra el P.N.N Chingaza con sus alrededores de El Calvario y San Juanito, al occidente del departamento se encuentra el P.N.N Sumapaz con cercanía a Bogotá

A continuación, se muestra la localización general donde se realizaron los sondeos.



Mapa 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo.
Fuente: Propia

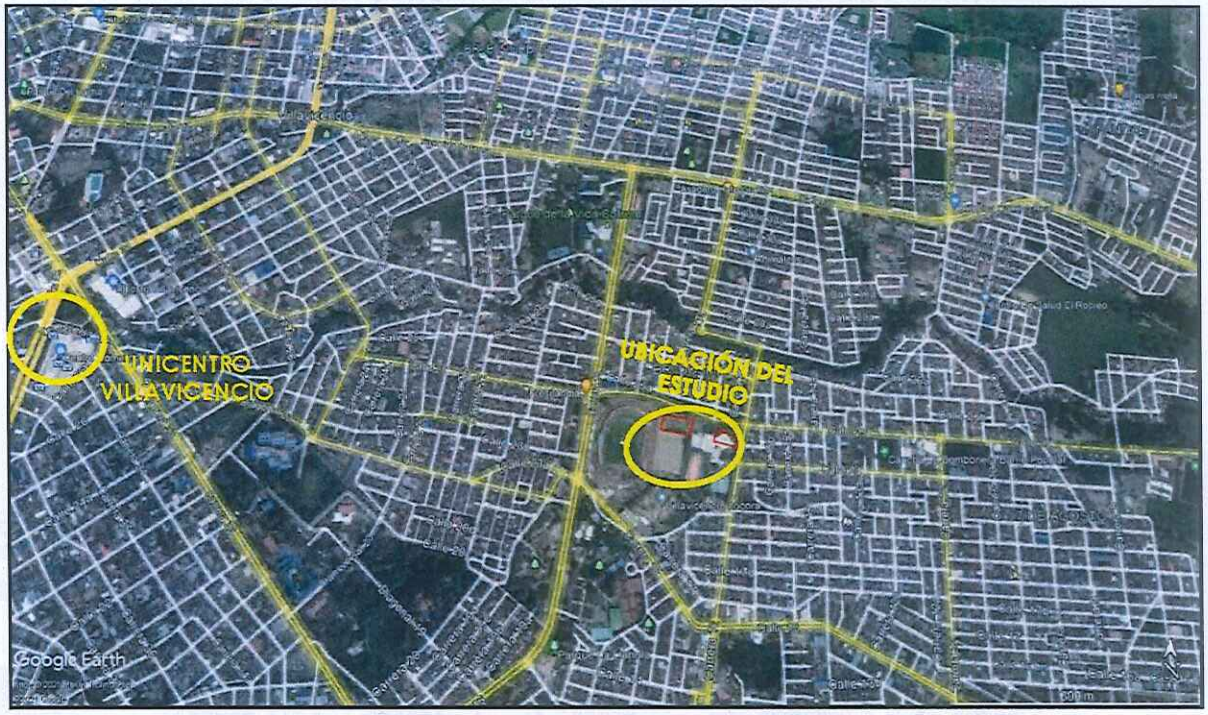


Imagen 1 Ubicación general coliseos menores- Villa Olímpica – Villavicencio
Fuente: Google earth

4.1 Características físicas generales del lote y del área estudiada

El proyecto se ubica en la villa olímpica del municipio de Villavicencio, Meta; el área del lote se encuentra localizado sobre una superficie plana con pendientes mínimas .Los sitios escogidos para los ensayos se realizaron dentro del área a construir señalado por el ingeniero a cargo del proyecto.

4.2 Características ambientales

4.2.1 Hidrografía y clima

La principal red hidrográfica de Villavicencio de acuerdo con el INGEOMINAS[1] la constituye, al oriente, el río Guatiquía, al centro, los ríos Negro, Acacías, Guamal y, al occidente, el río Grande; este último, un poco más al suroeste, toma el nombre de río Ariari. De éstos, los cuatro primeros desembocan al río Meta y el último al río Guaviare; todos ellos son afluentes del río Orinoco.

Algunas quebradas drenan cuencas menores, entre las cuales vale la pena mencionar las siguientes: La Argentina, Susumuco (sirve de límite entre el Meta y Cundinamarca), El Engaño, Las Blancas, El Clarín, Manzanares y Agua Linda (Mapa geológico). La región montañosa hace parte de la Cordillera Oriental en lo que corresponde a parte del denominado Macizo de Quetame y el Borde Llanero, donde alcanza alturas que sobrepasan los 3.600 msnm.

[1] INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR "INGEOMINAS". Geología de la plancha 266 Villavicencio.

Allí se diferencian pisos bioclimáticos de páramo, frío y templado, que en su orden identifican los bosques paramuno, andino y subandino. Los suelos son aptos para la conservación del bosque en las cabeceras de los ríos y para la reforestación (IGAC, 1989)[2].

El piedemonte es la región más lluviosa, con promedios anuales que, por lo general, superan los 4.000 mm, con una vegetación de piso bioclimático cálido característica de los bosques ecuatoriales. La parte sur, en general, presenta una vegetación de selva amazónica. Los suelos son pobres en bases, aptos para ganadería extensiva y cultivos con prácticas de manejo (IGAC, 1989).

Los Llanos Orientales, con elevaciones entre 100 y 500 msnm, presentan precipitaciones entre 2.000 y 3.000 mm anuales y decrecen hacia el noreste. La vegetación típica es de sabana. Los suelos desarrollados en terrenos bajos e inundables y relacionados con terrazas, diques y vegas, son de carácter ácido, los cuales mediante tratamientos adecuados son aptos para la ganadería extensiva.

4.2.2 Humedad relativa

La humedad relativa corresponde a la cantidad de vapor de agua en el aire. Este parámetro representa el porcentaje de vapor efectivamente presente en comparación con la saturación en las condiciones de temperatura y presión existentes. La humedad, junto con la temperatura y la luz, desempeñan un papel importante en la regulación de las actividades de los organismos y en la limitación de su distribución. El comportamiento de la humedad relativa tiene una relación inversa con la temperatura debido a que al aumentar ésta se incrementa la capacidad atmosférica de retener vapor de agua, y si no se reciben aportes adicionales de vapor, la humedad relativa disminuye (MOPT, 1992).

Según los registros de la estación en estudio, la humedad relativa varía a lo largo del año en promedio mensual entre 65% y 82%, presentando un valor medio mensual de 76%. Durante febrero y septiembre se tienen los valores más bajos, coincidiendo con la época más seca del año; mientras que durante junio y noviembre se tienen los valores máximos, que coinciden con el periodo de mayor pluviosidad. (Imagen 2).

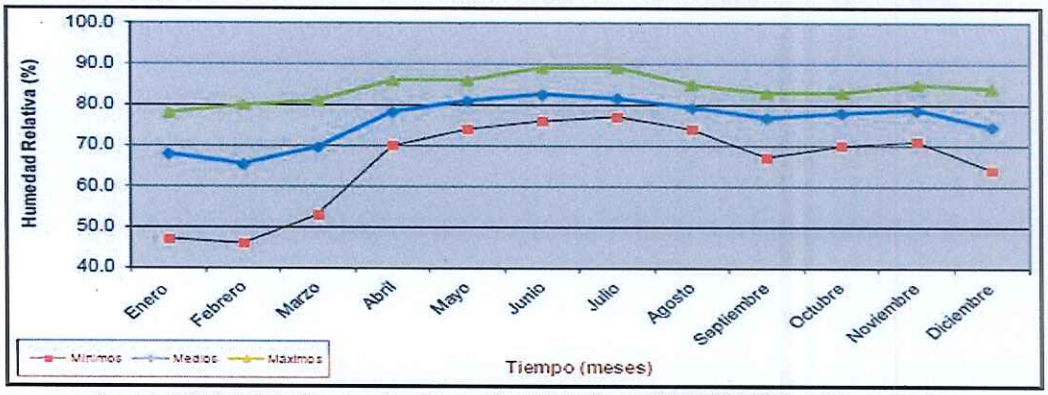


Imagen 2 Totales Mensuales Humedad Relativa – Estación Apto. Vanguardia
Fuente: IDEAM, Valores Mensuales Multianuales 1943 – 2010

[2] INSTITUTO GEOGRÁFICO "AGUSTÍN CODAZZI". Diccionario Geográfico de Colombia

4.2.3 Precipitación

Los datos históricos de precipitación en la estación Apto. Vanguardia muestran una distribución bimodal, con periodos húmedos, entre abril y junio y entre septiembre y noviembre; así como periodos secos entre diciembre y marzo y entre julio y agosto. La precipitación media es de 335 mm/mes, con variaciones entre 47 y 150 mm durante el año. La precipitación total anual media es de 3878.01 mm. (imagen 3).

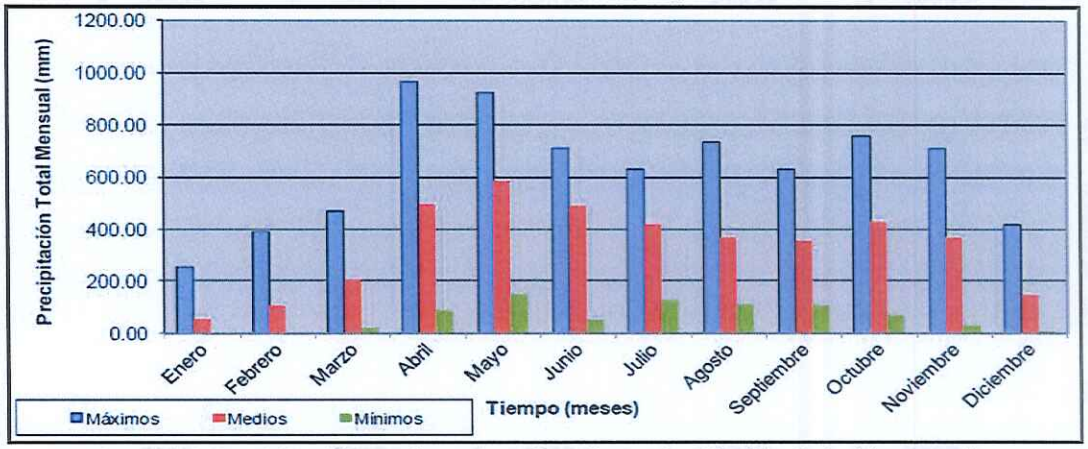


Imagen 3 Precipitación media mensual multianual – Estación Apto. Vanguardia
Fuente: IDEAM, Valores Mensuales Multianuales 1943 - 2010

4.2.4 Temperatura

Según los datos de la estación Apto. Vanguardia, el valor de la temperatura media anual oscila entre 29.9°C durante el mes de febrero y 22.4°C durante el mes de julio, con una media de 25.69 °C (Imagen 4). Se observa que los valores máximos de temperatura corresponden con los periodos más secos del año mientras que los mínimos, con los periodos más lluviosos.

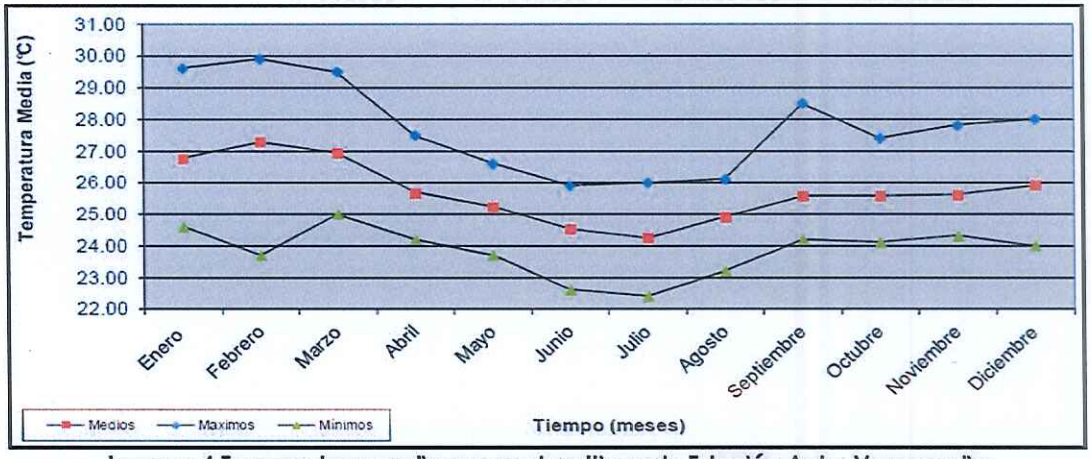


Imagen 4 Temperatura media mensual multianual– Estación Apto. Vanguardia
Fuente: IDEAM, Valores Mensuales Multianuales 1943 – 2010

4.2.5 Brillo Solar

El promedio mensual de brillo solar para la estación en estudio es de 134.9 horas, presentando valores máximos durante octubre y enero, periodos que coinciden con las mayores temperaturas en la zona en estudio. (Imagen 5)

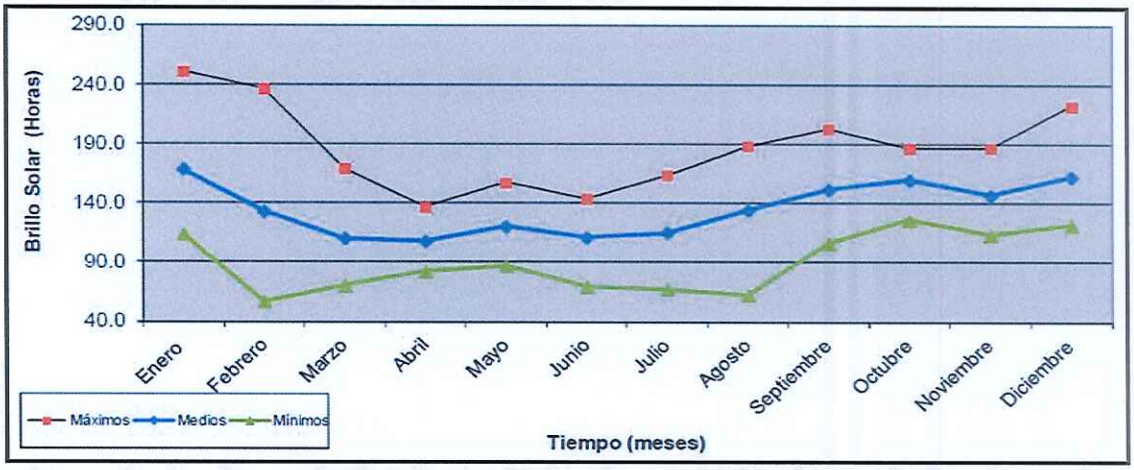


Imagen 5 Totales Mensuales Brillo Solar – Estación Apto. Vanguardia
Fuente: IDEAM, Valores Mensuales Multianuales 1943 - 2010

4.2.6 Evaporación

La evaporación total anual en la zona asciende a 1233.7 mm, con un valor medio de 108 mm. El comportamiento de este parámetro está estrechamente relacionado con la temperatura, de donde se observa que los periodos de mayor evaporación coinciden con los de mayores temperaturas. (Imagen 6).

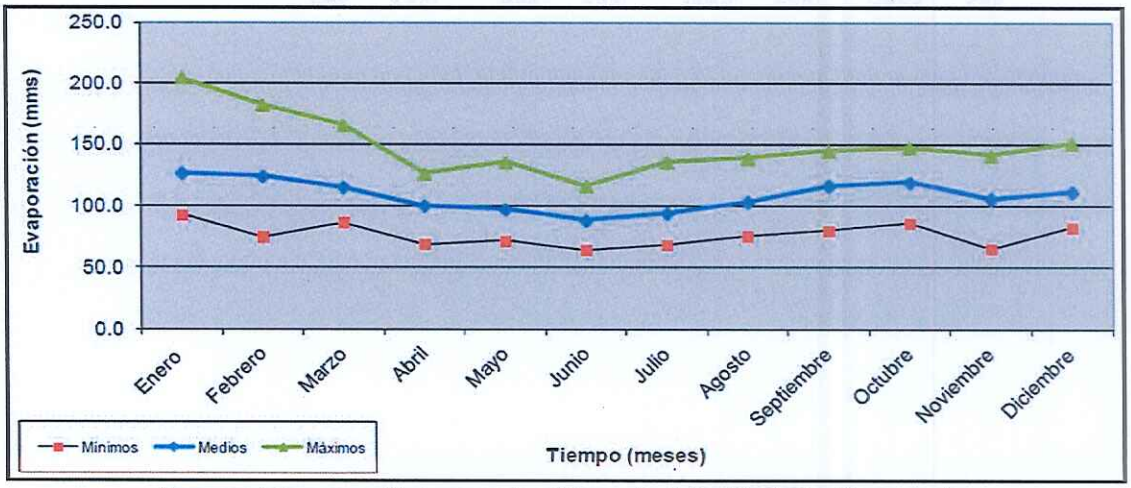
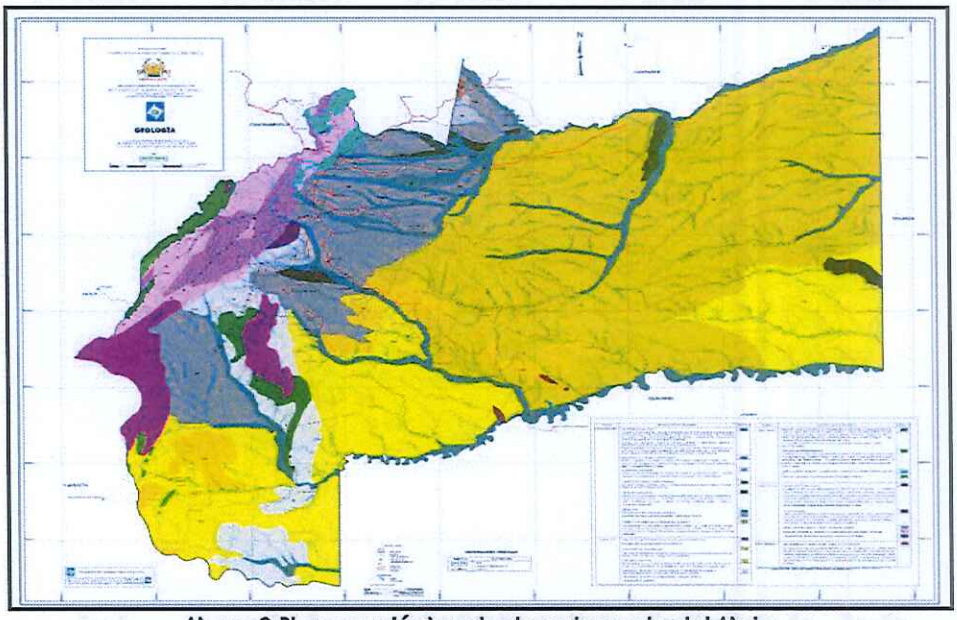


Imagen 6 Evaporación mensual multianual – Estación Apto. Vanguardia
Fuente: IDEAM, Valores Mensuales Multianuales 1943 – 2010

5 ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Todo proyecto que construir está influenciado por las condiciones geológicas, tanto locales como regionales, y ninguna de las dos debe descartarse con miras a realizar los diseños respectivos y evaluar el comportamiento futuro de las obras construidas.

5.1 Localización geológica regional del proyecto



Mapa 2 Plano geológico de departamento del Meta
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

El proyecto se ubica el municipio de Villavicencio el cual ha sido formado por una serie de eventos geológicos dominados principalmente por la tectónica regional y la modelación geomorfológica de los períodos geológicos recientes. La conformación estratigráfica de la zona del proyecto se compone de la siguiente manera:

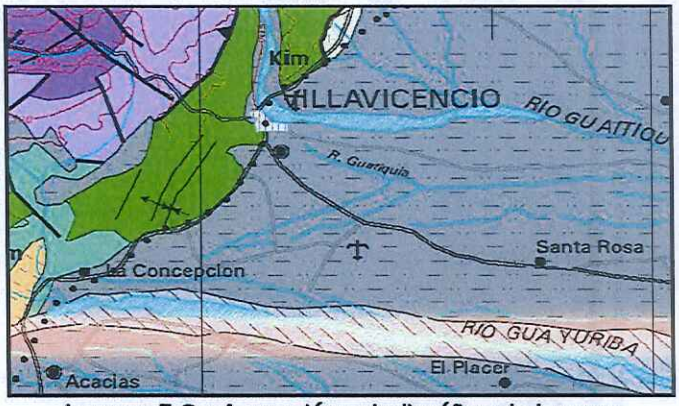


Imagen 7 Conformación estratigráfica de la zona
Fuente: Modificado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

5.1 Estratigrafía

Depósitos Cuaternarios (Qt, Qd, Qal): Con esta denominación se hace referencia a varios tipos de depósitos sedimentarios blandos y relativamente sueltos. Estos son los depósitos sedimentarios que conforman la base del Cuaternario y corresponden morfológicamente a la sabana del piedemonte y los llanos orientales.

En general están compuestos por cantos de rocas sedimentarias y metamórficas, producto de la degradación de las unidades litológicas de la Cordillera Oriental.

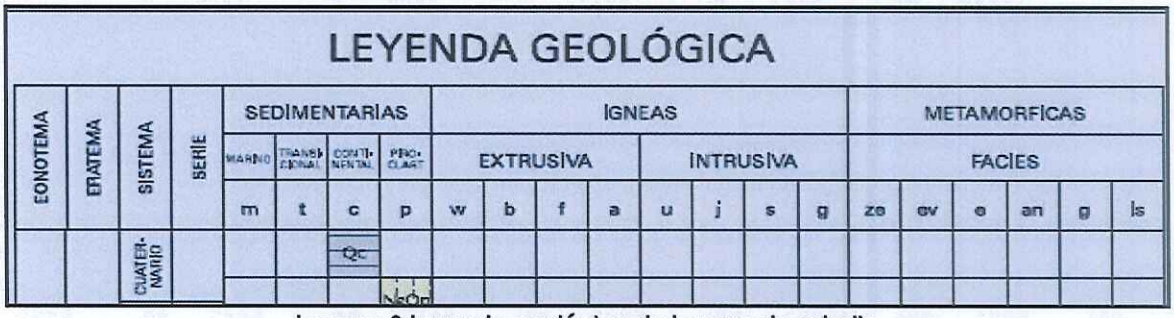


Imagen 8 Leyenda geológica de la zona de estudio
Fuente: Modificado del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC

5.1.1 Grupo Quetame (PEq)

Con el término Grupo Quetame se hace alusión a las rocas metamórficas que afloran entre la localidad de Guayabetal y el sur del río Guamal. La referencia original de este grupo corresponde a Hettner (1892), quien se refirió a rocas algo metamórficas, situadas por debajo del Cretácico, en la región de Quetame.
Posteriormente, fue redefinido por Campbell & Bürgl (1965), para mencionar rocas metamórficas de bajo grado, constituidas por filitas, cuarcitas y pizarras, que afloran sobre la carretera Bogotá - Villavicencio, en el Macizo de Quetame.

El Grupo Quetame, considerado como de bajo grado de metamorfismo, a partir de una secuencia sedimentaria, en donde no se ha podido establecer las relaciones estratigráficas del protolito, cumple parcialmente con la definición anterior; en tal sentido será usado este término para referirse a la división propuesta de la siguiente manera:

- Cuarcitas y Filitas de San Cristóbal (PEqsc).
- Filitas del Río Guamal (PEqrg).
- Filitas y Cuarcitas de Guayabetal (Peqgu).
- Metaconglomerados y Filitas de Susumuco (PEqsu)

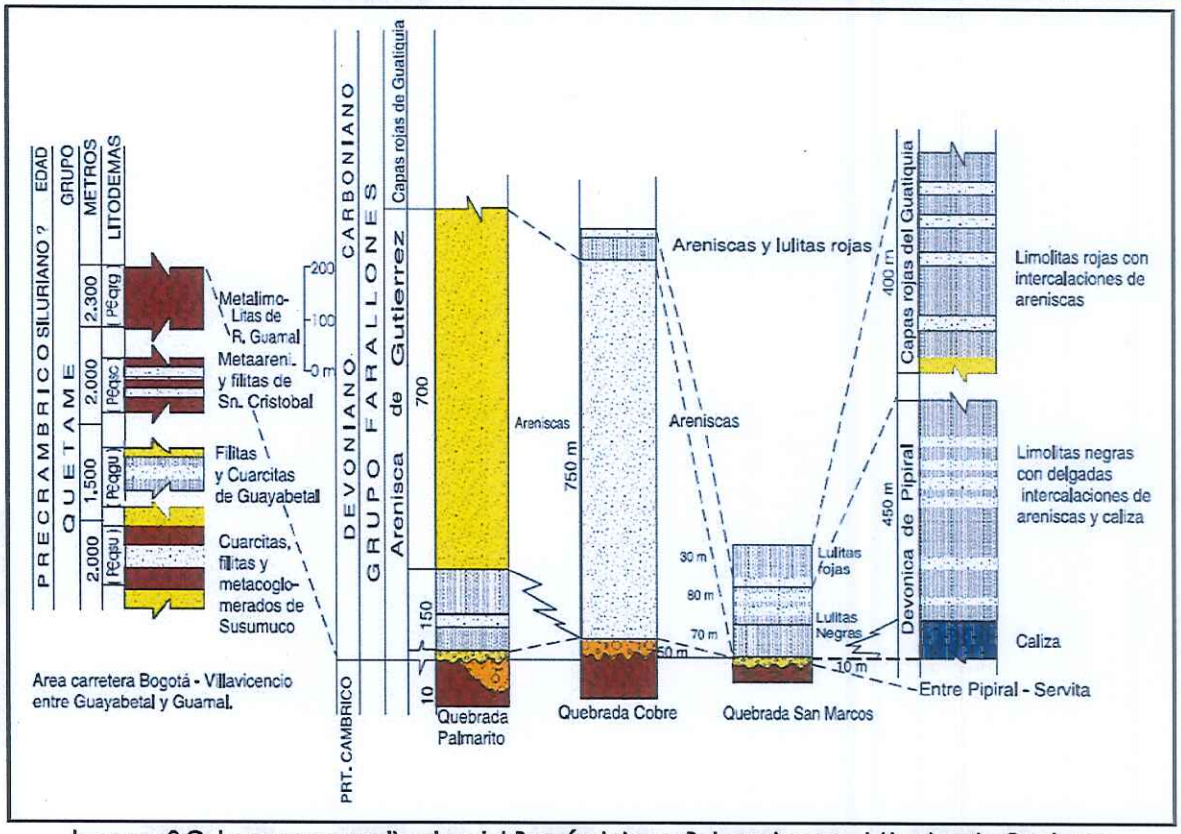


Imagen 9 Columnas generalizadas del Precámbrico y Paleozoico en el Macizo de Quetame sector Guayabetal - Villavicencio.
Fuente: Tomado y modificado de Ulloa et al. 1988.

5.1.2 Grupo Quetame (PEq)

La referencia original de Grupo Farallones corresponde a Segovia (1963), en la región de Los Farallones de Medina, para citar una secuencia sedimentaria que reposa discordantemente sobre el Grupo Quetame.

Consta de 70 m de conglomerados basales, a los que se superponen 740 m de arcillolitas, calizas, lutitas oscuras, areniscas y arcillolitas rojas con conglomerados hacia la parte superior, y considera su edad devónica a carbonífera. Fue redefinido por Ulloa & Rodríguez (1976), en el cañón del río Batá, donde establecen la localidad tipo.

En este sitio, lo subdividen en cuatro conjuntos denominados así: Conjunto A, de areniscas cuarzosas, grano fino a conglomerático, de 110 m de espesor; Conjunto B, de 180 m de espesor, con dominio de arcillolitas y limolitas grises oscuras; Conjunto C, de 850 m, constituido por cuarcitas y argilitas grises, y un Conjunto D, de argilitas, cuarcitas y conglomerados, con intercalaciones de calizas, que alcanza los 1.090 m de espesor. El espesor total de la secuencia es de 2.230 m.

Arias et al. (1990), en el sector de Caño Negro, unos 40 km al noreste de Villavicencio, dividen esta unidad en tres conjuntos informales, denominados Uno, Dos y Tres; encontraron, además, dos nuevas localidades fosilíferas: en el Conjunto Uno, que a la base está constituido por arenitas, localmente con lentes de conglomerados y en la parte superior arcillolitas y limolitas grises oscuras. De igual manera, en el Conjunto Tres, constituido por arenitas calcáreas y arcillolitas grises. En el área de estudio, autores como Renzoni (1968) definen y hacen referencia a las formaciones Areniscas de Gutiérrez, Devónico de Pipiral y Capas Rojas del Guatiquía, que en el presente trabajo se consideran como unidades del Grupo Farallones en su extremo suroeste.

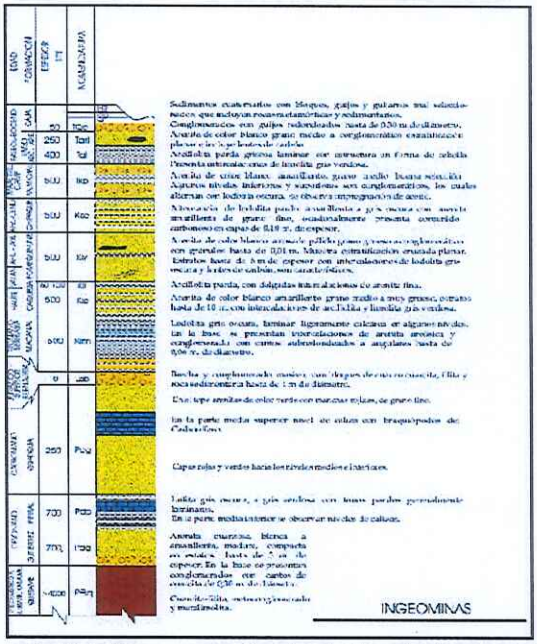


Imagen 10 Columna estratigráfica generalizada del Borde Llanero - Macizo de Quetame
Fuente: Ingeominas

5.1.3 Formación de Brechas de Buenavista (J sb)

Término propuesto por Renzoni (1968), para designar una secuencia de brechas y conglomerados de posible origen local, correlacionable con la parte basal del Grupo Cáqueza o la parte baja eo-mesozoica de lo que Segovia (1963), denominó Grupo La Ardita. Dorado (1990) realizó un estudio detallado y concluye que estas brechas en su segmento inferior, son el resultado de "avalanchas" de detritus y corrientes cargadas de fango, depositadas en un ambiente continental cerca al mar (Imagen 11).

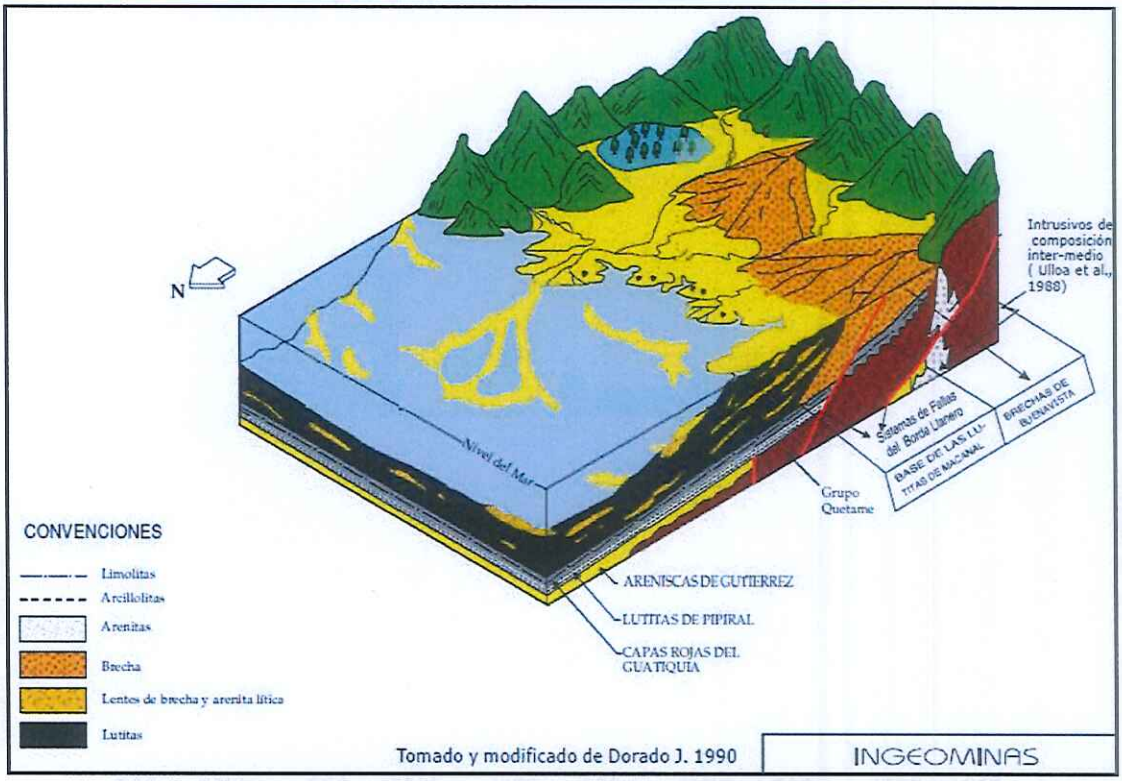


Imagen 11 Esquema del ambiente de formación de las Brechas de Buenavista.
Fuente: Tomado y modificado de Dorado (1990).

5.1.4 Grupo Cáqueza (Kilm, Kic)

La referencia original corresponde a Hubach (1957), para referir una secuencia constituida por areniscas cuarcíticas, arcillas esquistosas, esquistos, lutitas negras y un conglomerado cuarcítico basal, que aflora en la carretera Bogotá-Villavicencio entre el puente sobre el río Cáqueza y la población de Quetame. Renzoni (1968) lo subdividió en cinco conjuntos, de los cuales tres constituyen la parte basal y los demás a la parte media y superior, en facies arcillosas y arenosas respectivamente. Ulloa et al. (1988) la dividen en tres unidades:

- Brechas de Buenavista
- Lutitas de Macanal
- Arenisca de Cáqueza

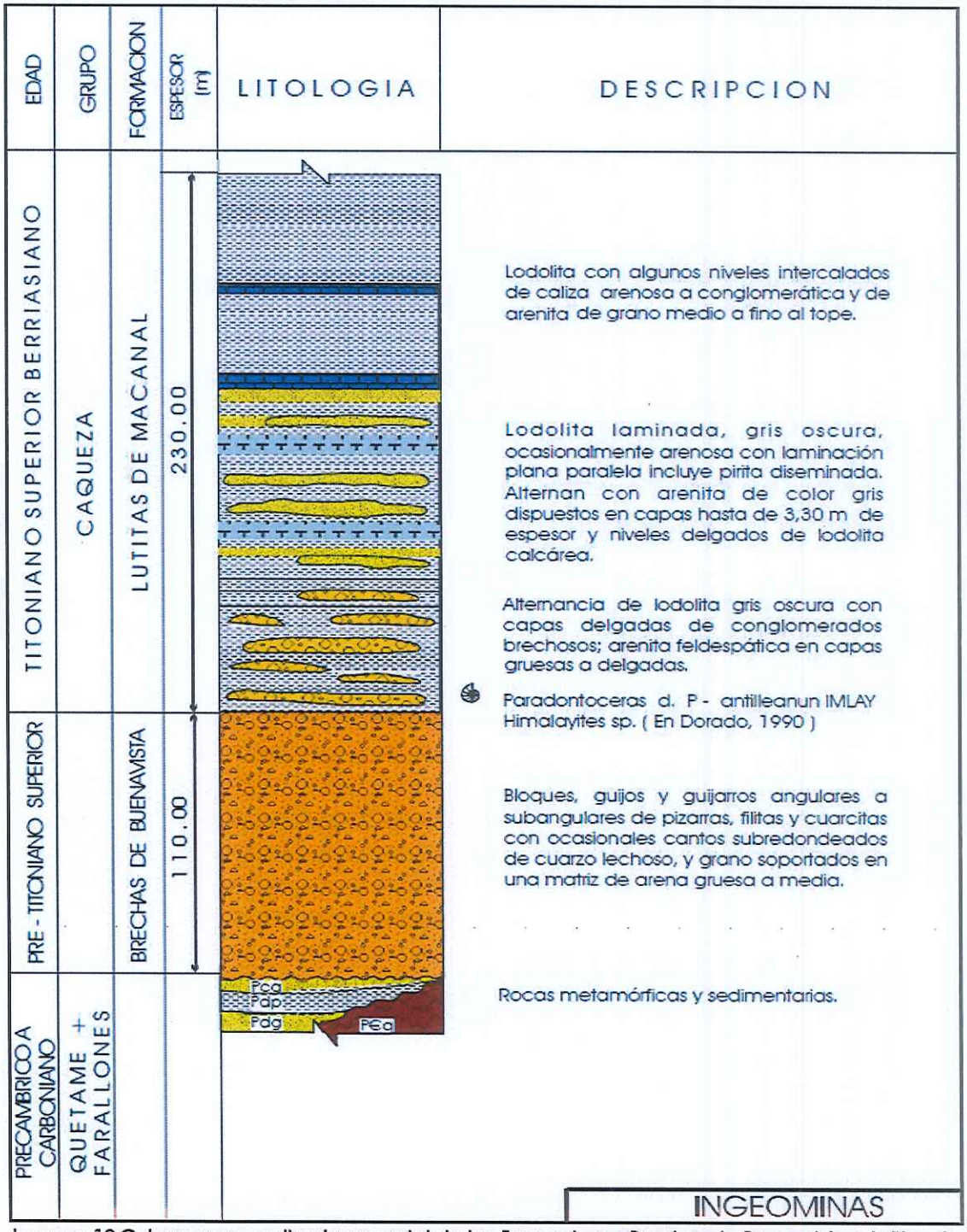


Imagen 12 Columna generalizada y parcial de las Formaciones Brechas de Buenavista y Lutitas de Macanal.

Fuente: Tomado y modificado de Dorado (1990).

5.1.5 Formación Fómeque (Kif)

Descrita inicialmente por Hubach 1931 (en Julivert, 1968), para referir una secuencia de esquistos piritosos, caliza cristalina y areniscas cuarcíticas que se ubican principalmente hacia la parte baja de la unidad, que afloran en la carretera Bogotá - Villavicencio.

Los afloramientos de una secuencia de limolitas y arcillolitas de color gris a pardo amarillento, oxidadas, con esporádicos nódulos ligeramente calcáreos e intercalaciones de arenitas finas de cuarzo con matriz arcillosa, que se observan al pasar el puente del río Guatiquía, en dirección noreste a partir de Villavicencio, con un espesor aproximadamente de 80 m, se han asimilado tentativamente como equivalentes a esta unidad (Imagen 13).

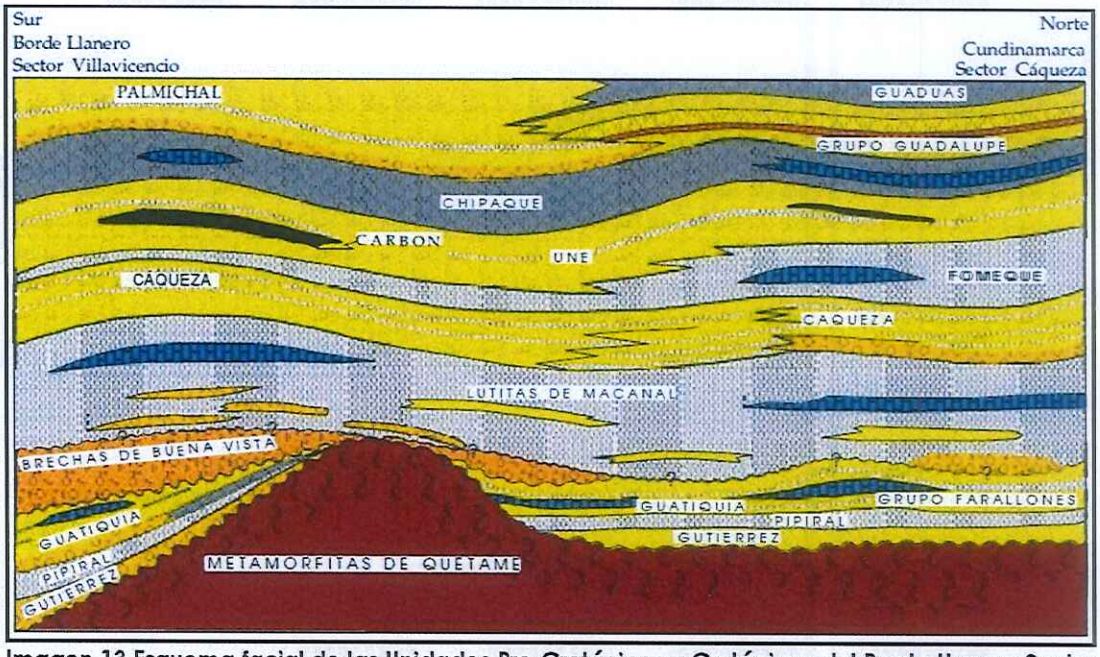


Imagen 13 Esquema facial de las Unidades Pre-Cretácicas y Cretácicas del Borde Llanero Sector Cáqueza-Villavicencio
Fuente: Ingeominas.

5.1.6 Formación Une (Kiu)

La referencia original de la Formación Une corresponde a Hubach (1957), para describir una secuencia que aflora sobre la carretera Bogotá-Villavicencio, entre las poblaciones de Chipaque y Cáqueza, constituida casi exclusivamente de arenisca, en bancos gruesos, separados por esquistos delgados, endurecidos y como guía presenta un lente de antracita en la parte alta de la unidad. El espesor de la unidad es de 500 m.

En el área de estudio fue reconocida de manera continua desde el noreste de Villavicencio hasta el río Guayuriba. Más hacia el suroeste hace parte del sinclinal que se desarrolla en la cuchilla San Juan. En la misma dirección fue reconocida parcialmente sobre el río Guamal, donde reposa en discordancia sobre el Grupo Quetame.
En general, está constituida por arenitas ligeramente conglomeráticas, de grueso a medio, de cuarzo, color blanco amarillento, friable, con estratificación cruzada planar, en bancos muy

gruesos, hasta de 10 m de espesor, separados por lodolita finamente estratificada de color gris a verde.

5.1.7 Formación Chipaque (Ksc)

La referencia original corresponde a Hubach (1945), para referir una sucesión de lutitas entre las que se encuentran bancos de calizas, arenisca y caliza arenosa. Posteriormente fue redefinida por Renzoni (1965), quien considera su techo hasta la base de la Arenisca Dura. Aquí se describe en el sentido de Renzoni (1965).

En el área de la plancha fue reconocida parcialmente al noreste de Villavicencio, donde pequeños afloramientos muestran arcillolitas de color gris oscuro intercaladas con algunas arenitas de cuarzo. En el sector de La Unión y hacia la Vereda de Manzanares, la unidad muestra un dominio lodolítico de color gris oscuro, generalmente laminar, con intercalaciones de algunos niveles fosilíferos y de arenitas de cuarzo.

En algunas quebradas se observaron rodados de caliza que se atribuyen a esta formación. Petrográficamente se clasifica como una limolita laminar, ligeramente arenosa, que incluye láminas de materia orgánica y de limonita. La formación descansa, en contacto concordante, sobre la Formación Une e infrayace de igual forma al Grupo Palmichal. El espesor de esta unidad, con base en cortes geológicos, se ha calculado aproximadamente en 500 m. (Imagen 9).

5.1.8 Grupo Palmichal (KTp)

Nombre propuesto por Ulloa & Rodríguez (1976), para referir una sucesión de arenitas y conglomerados finos con intercalaciones de lutitas, que afloran en la quebrada Palmichal. Sus principales afloramientos se encuentran en la Vereda Loma del Pañuelo, cerca de la salida del río Guayuriba a las llanuras orientales.

Consta de una serie de areniscas cuarzosas, de grano medio, grueso a conglomerático, de color blanco amarillento, relativamente friables, en capas hasta de 3 m de espesor, con intercalaciones de arcillolitas grises, especialmente hacia su parte media y superior. En las areniscas se observa estratificación cruzada paralela, impregnaciones de asfaltita que en esta región son comunes, al igual que la presencia de icnofósiles. Con base en algunos perfiles geológicos, se ha estimado un espesor cercano a los 600 m (Imagen 9).

5.1.9 Formación Arcillas de El Limbo (Tal)

La referencia original fue dada por Hubach 1941 (en van der Hammen, 1960), para describir unas arcillas esquistosas grises y verdes con intercalaciones de areniscas y mantos de carbón, que afloran unos 2 kilómetros al noroeste de El Morro, sobre el río Cravo Sur.

En el área de la plancha aflora en la Vereda Loma del Pañuelo, y hace parte del denominado Sinclinal El Arenal donde, según cortes geológicos, alcanza un espesor superior a los 250 m. (Imagen 5). Está caracterizada morfológicamente por originar una topografía suavemente ondulada, producto de su carácter dominantemente lodolítico.

En general, esta unidad está compuesta por arcillolitas de colores gris, verde, a veces con tonos violáceos. Es frecuente observar algunas intercalaciones de arenitas medias de cuarzo, de color blanco tono amarillento, con espesores hasta de 3 m. La unidad se superpone

concordantemente con los estratos del Grupo Palmichal y su contacto con las Areniscas de El Limbo se puede considerar como para concordante con base en las diferencias de edades.

5.1.10 Formación Arenisca de El Limbo (Tarl)

Hubach (1941) (en van der Hammen, 1960) designa con este término una secuencia de areniscas conglomeráticas, areniscas y arcillolitas que afloran unos 2 kilómetros al noroeste de El Morro sobre el río Cravo Sur.

Aflora parcialmente en la Vereda San Pablo y forma parte del núcleo del Sinclinal El Arenal. En general, se observó sobre el carreteable que conduce a la Vereda El Pañuelo cerca al sitio El Arenal. Consta de arenitas gruesas a medias de cuarzo, generalmente de color blanco amarillento, localmente de grano muy grueso a conglomerático, relativamente friables, y con delgadas intercalaciones de carbón, de apariencia lenticular.

5.1.11 Formación La Corneta (TQlc)

Nombre propuesto por Ulloa & Rodríguez (1976), para representar una serie de gravas interestratificadas con limolitas que afloran sobre la quebrada La Corneta, cerca de la localidad de Nazaret.

En el área de la Plancha 266 Villavicencio se observa conglomerados que incluyen desde bloques hasta guijos de cuarcita, arenita y lodolita en una matriz arenosa gruesa, de color amarillento, que afloran sobre la carretera Villavicencio - Río Ocoa y en el sector de la Vereda Orotoy, las cuales originan una morfología de pequeñas elevaciones que sobresalen al resto de terrazas, que conforman la parte de llanura, y se han considerado como pertenecientes a esta unidad. Se estima un espesor aproximado de 50 m (Imagen 10).

5.1.12 Depósitos Cuaternarios (Qt, Qfg, Qd y Qal)

Nombre propuesto por Ulloa & Rodríguez (1976), para representar una serie de gravas interestratificadas con limolitas que afloran sobre la quebrada La Corneta, cerca de la localidad de En la región estudiada se reconocieron terrazas (Qt) que conforman, en general, la parte de sabana de los Llanos Orientales. Algunas terrazas altas de poca extensión se ubican en algunos ríos y quebradas. De éstas se puede mencionar la que conforma la parte suavemente inclinada de los alrededores de Villavicencio, donde se observa guijos y gravas de rocas sedimentarias y metamórficas, producto de la degradación de las unidades geológicas que conforman el Borde Llanero.

Depósitos fluvioglaciales (Qfg) se reconocieron fotogeológicamente en la zona de páramos, especialmente cerca al nacimiento de los ríos Guamal, y Culebras. Depósitos de derrubio (Qd) se desarrollan sobre las laderas y piedemonte y son el producto de acumulaciones por gravedad de cantos de roca de diferentes tamaños. Son de poca extensión y sobresalen los depósitos al oeste de Acacías. Por último, los depósitos aluviales (Qal) están restringidos a los cauces de ríos y quebradas; son notorios los de los ríos Guatiquía, Guayuriba, Acacías y Guamal.

5.2 Geología

De acuerdo con INGEOMINAS[3], en Villavicencio se pueden diferenciar tres rasgos estructurales importantes que la caracterizan y que de noroeste a sureste corresponden a la región del Macizo de Quetame – Farallones de Medina, en su prolongación más oeste, la región del Borde Llanero y la región de los Llanos Orientales. Los pliegues que se presentan están estrechamente ligados a los elementos estructurales adyacentes.

En la parte occidental y central, el plegamiento obedece al esquema compresivo del piedemonte oriental andino, consistente en un sistema de pliegues en general estrechos y asimétricos asociados con los cabalgamientos. La parte más oriental no se encuentra plegada y corresponde al cuaternario de los Llanos Orientales.

Teniendo en cuenta la complejidad estructural que existe en esta zona de la Cordillera Oriental, sólo se mencionará los elementos geotectónicos más sobresalientes en el ámbito regional de cada una de las regiones arriba mencionadas.

El modelo tectónico de las principales fallas de la región está basado en la interpretación realizada por el geólogo Jorge Acosta, quien asume similares conceptos a los emitidos en su trabajo de investigación acerca de la evolución estructural del piedemonte de la Cordillera Oriental colombiana (Acosta, 1995).

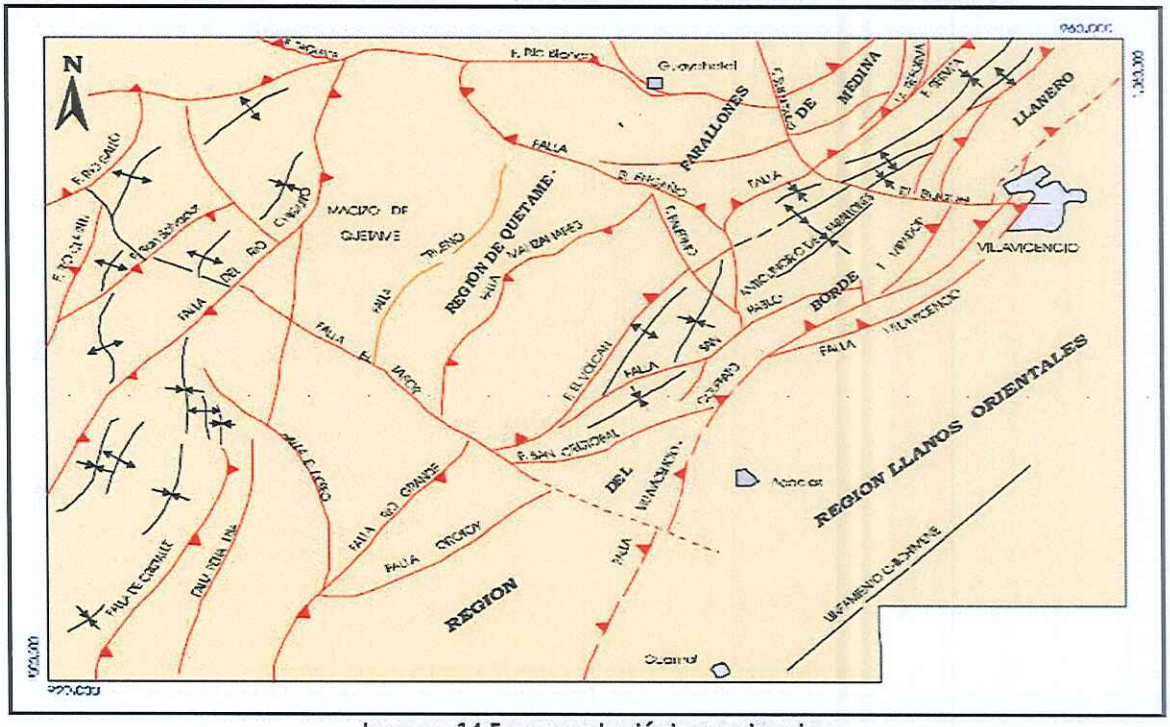


Imagen 14 Esquema tectónico regional.
Fuente: Ingeominas

[3] INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA, MINERO-AMBIENTAL Y NUCLEAR "INGEOMINAS". Geología de la plancha 266 Villavicencio

5.2.1 Región de Quetame – Farallones de Medina

Geológica y tectónicamente coincide con una región afectada principalmente por el sistema de las fallas del Borde Llanero con tendencia general NE-SW; la parte occidental, constituida por rocas predevónicas metamorfizadas y una secuencia devónica carbonífera está afectada por una tectónica generalmente compresiva, de cabalgamientos convergencia tanto occidental como oriental y la formación de pliegues sinclinales y anticlinales de dirección norte-sur a norte noreste, interrumpidos por las fallas de dirección noroeste sureste.

Ocupa el extremo noroccidental de la plancha hasta la denominada Falla Servitá y se caracteriza por una morfología abrupta, estructuralmente muy compleja, con fallas de cabalgamiento y de desplazamiento lateral, que han ocasionado levantamiento y plegamiento de bloques de rocas metamórficas y sedimentarias desde el Paleozoico al Cretácico y que están relacionadas con los esfuerzos que originaron el levantamiento de la Cordillera Oriental.

Fallamientos cuyo componente principal es de desplazamiento horizontal, de rumbo, relacionado con la tectónica general del área y de dirección N50°-80° W, son los responsables del movimiento lateral de las unidades.

5.2.2 Región del Borde Llanero

Se ubica básicamente en lo que conforma la región montañosa próxima al piedemonte llanero, en este caso constituida por sedimentitas del Cretácico y, localmente, del Terciario. Está limitada al occidente por la Falla Servitá - La Reforma – Manzanares - Río Grande y al oriente por el sistema de fallas El Mirador- Colepato - Villavicencio.

El sistema de fallas de Servitá afecta la secuencia carbonífera cretácica, la cual está asociada con pliegues anticlinales y sinclinales estrechos de dirección N45oE, afectados por fallas menores de dirección noroeste.

El sistema de fallas El Mirador - Colepato - Villavicencio es predominantemente de cabalgamiento, de bajo ángulo, que afecta la secuencia terciaria de los Llanos Orientales, así como a las rocas metamórficas pre-devónicas que afloran cerca de la ciudad de Villavicencio hacia las cabeceras del Caño Parrado - Alto de Buenavista e igualmente ocasionan inversiones locales en los estratos del Cretácico.

Es importante anotar que algunos rasgos estructurales y geomorfológicos sólo es posible visualizarlos mediante imágenes de radar y es significativo mencionar el trabajo realizado en el piedemonte llanero por Mendivelso (1990).

5.2.3 Región Llanos Orientales

Ocupa un 40% de la parte plana de los Llanos Orientales correspondientes a este sector, y, en general, está constituida por los depósitos cuaternarios de terraza y aluvial de los ríos más importantes que lo disecan.

La región se encuentra delimitada al occidente por el Sistema de Fallas de Villavicencio-Colepato y al oriente por la vasta llanura oriental colombiana.

5.3 Geomorfología

Fisiográficamente el municipio presenta dos grandes unidades: la parte plana o llana y la vertiente de cordillera que incluye el Piedemonte. El Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC"[4] define la morfología del territorio municipal como el producto de dos regiones bien definidas, con características de relieve diferenciables:

La zona noroccidental alta con un relieve accidentado, debido a las irregularidades orogénicas de la Cordillera Oriental, que conllevan elevaciones hasta de 4.000 metros sobre el nivel del mar y dentro de nuestro municipio alcanzamos una altura máxima de 3.000 m.s.n.m. en el sector de la microcuenca de Quebrada Honda.

La segunda región corresponde a una planicie inclinada hacia el oriente, compuesta por sedimentos aluviales, la cual está bordeada por el río Guatiquía al norte y por el río Guayuriba al sur; la parte central de esta planicie es cruzada por los ríos Ocoa y Negro y numerosos caños y corrientes menores.[5] Los principales fenómenos en la vertiente de la cordillera son los deslizamientos asociados con carcavamientos y en menor escala con respecto a los anteriores está la erosión Laminar.

Los procesos morfodinámicos en el municipio de Villavicencio pueden agruparse así:

a. Procesos erosivos. Se presentan en las vertientes de la cordillera (parte alta de los ríos Guatiquía y Guayuriba, y parte alta de las microcuencas del piedemonte).

b. Procesos de sedimentación. En la zona de llanura.

El área urbana está asentada sobre el espacio geográfico de varias microcuencas como de los Caños: Parrado, Gramalote, Maizaro, Buque, Amoladero, Hondo, Grande, Pendejo, Corcovado, Seco, Quebrada La Honda y Río Ocoa.

6 METODOLOGÍA

Para cumplir el objetivo propuesto se efectuó la siguiente metodología:

- Establecer el número de sondeos y la profundidad de perforación, así como el tipo de ensayo in situ y ensayos de laboratorio.

- Realizar los análisis geotécnicos para determinar el sistema de cimentación más conveniente, incluyendo tipo y profundidad de cimentación, capacidad de soporte y asentamientos probables.

- Los ensayos de laboratorio se realizan para obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, a continuación, se presenta el resumen del proceso:

  ✓ Reconocimiento del terreno.

[4] INSTITUTO GEOGRÁFICO "AGUSTÍN CODAZZI". Diccionario Geográfico de Colombia [CD-ROM]. Subdirección de Investigaciones y divulgación geográfica. Bogotá, 1996.
[5] Fuente: documento etapa diagnóstica – equipo POT 2008

- ✓ Tomas de muestras inalteradas y ensayo de campo SPT.
- ✓ Ejecución de ensayos de laboratorio.
- ✓ Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- ✓ Perfil estratigráfico.
- ✓ Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.

6.1 Trabajo en Campo

Se realiza inicialmente una visita de reconocimiento al sito donde se van a realizar los trabajos exploratorios para identificar las características topografías, geotécnicas y definir los sitios donde se realizan los ensayos de campo.

6.2 Exploración del subsuelo

Con el fin de determinar la estratigrafía del terreno, se llevó a cabo un programa de investigación del subsuelo, el cual comprendió la ejecución de exploraciones directas con equipo manual, así como un detallado programa de ensayos de laboratorio; Siguiendo el título H numeral H.3.1-1.

Tabla 1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Tabla H.3.1-1 Clasificación de las unidades de construcción por categorías		
Categoría de la unidad de construcción	**Según los niveles de construcción**	**Según las cargas máximas de servicio en columnas**
Baja	**Hasta 3 niveles**	**Menores de 800 kN**
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000kN
Especial	Mayor de 20 Niveles	Mayores de 8,000kN

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Tabla 2 Categoría de la unidad de construcción

Tabla H.3.2-1 Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Categoría de la unidad de construcción			
Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6m	Profundidad Mínima de sondeos: 15m	Profundidad Mínima de sondeos: 25m	Profundidad Mínima de sondeos: 30m
Número Mínimo de sondeos: 3	Número Mínimo de sondeos: 4	Número Mínimo de sondeos: 4	Número Mínimo de sondeos: 5

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Se efectuaron un total de seis (06) sondeos, realizados con equipo manual; estas perforaciones alcanzaron una profundidad variable hasta 6.00 m aproximadamente a partir del nivel de terreno, encontrando rechazo a esta profundidad. Los sondeos fueron definidos como (S1 al

S6).La relación de los sondeos efectuados y su localización en esta etapa del estudio es la que se presenta en la tabla 3:

Tabla 3 Profundidad de sondeos.

LOCALIZACIÓN	SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
COLISEO MENOR 1	S1	6.00	4° 8'25.63"N	73°37'9.21"O
	S2	6.00	4° 8'25.54"N	73°37'7.60"O
	S3	6.00	4° 8'24.78"N	73°37'8.03"O
COLISEO MENOR 2	S4	6.00	4° 8'24.38"N	73°37'4.21"O
	S5	6.00	4° 8'23.62"N	73°37'3.50"O
	S6	6.00	4° 8'23.87"N	73°37'4.90"O

Fuente. Autor

Durante la ejecución de los sondeos fueron identificados y descritos visualmente los diferentes estratos. Adicionalmente, se adelantó el ensayo de penetración estándar (SPT) con el fin de correlacionarlo con parámetros físicos y mecánicos, recuperando muestras alteradas con el tubo de cuchara partida (Split Spoon).

6.3 Ensayo de penetración estándar (SPT) (uso de tubería)

El Ensayo de Penetración Estándar, es una prueba dinámica algo sencilla, que se realiza a medida que se hacen las perforaciones y permite obtener la resistencia del suelo en sitio.

La mecánica de la prueba y el equipo a utilizar corresponden a lo descrito en la norma ASTM D 1586-67 y en resumen consiste en hincar en el estrato de interés un maestreado del tipo Cuchara Partida (Split Spoon Sampler) de diámetro 2', golpeándolo con un martillo de 63,5 Kg de peso, que se deja caer en forma libre desde 30" de altura, contando el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 1 Pie, este número, se anota como N y es el resultado de la prueba.

La prueba, se repitió, en cada una de las perforaciones, a intervalos de profundidad de 1 m, se logró perforar hasta que encontramos rechazo "más de 50 golpes x 15 cm".

6.4 Investigación del Laboratorio

Al laboratorio **NHSQ INGENIERÍA S.A.S** ingresaron muestras de seis (06) sondeos que se sometieron a una detallada inspección visual con el fin de confrontar las descripciones realizadas por el personal en campo y elegir las muestras representativas para realizar sobre ellas los ensayos rutinarios de humedad natural y clasificación (límites de consistencia y granulometría por tamizado).

En el anexo 2, 3, 4 ,5, 6 y 7 se muestran los gráficos de columnas estratigráficas o perfiles con su respectiva localización y descripción del material, la posición del nivel.

Los datos e interpretaciones aquí obtenidas deberán ser corroborados en el sitio de obra ya que puede generarse nuevas condiciones a las originalmente consideradas por todas las partes intervinientes, así como el escenario de construcción y avance del proyecto en el momento de la visita.

- Clasificación

Se emplean para identificar y clasificar los tipos de suelo dominantes en cada sitio explorado, y para desarrollar correlaciones entre propiedades básicas y parámetros de resistencia y deformabilidad. Entre los ensayos realizados se encuentran los límites de Atterberg y la composición granulométrica.

- Condiciones In Situ

Permiten establecer las condiciones geostáticas del suelo natural, representando condiciones de frontera y características de los materiales fundamentales para el diseño. Fueron determinados la humedad natural y el peso unitario.

Estas pruebas junto con las de clasificación, permiten establecer una primera aproximación al comportamiento mecánico de los materiales encontrados.

6.5 Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio se realizaron con el fin de determinar las propiedades físicas y capacidad portante de las muestras extraídas. Los ensayos realizados son los siguientes:

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

Se tomaron para cada uno de los apiques las muestras de suelo, las cuales fueron colocadas en bolsas de polietileno herméticamente selladas y convenientemente identificadas.

- **Granulometrías (Norma INV- E-123)**

Para realizar el laboratorio respectivo se tomó como base una serie de tamices normalizados (1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°10, 20, 40, 60, 80, 100, 200) mediante los cuales se determina la distribución porcentual de los tamaños de los materiales constitutivos del suelo de fundación. Es de anotar que la fracción fina (pasa 200) se halló lavando el material sobre el tamiz N°200 (Ver anexos).

- **Límites de Atterberg (INV- E–123) (INV- E–126)**

Son los diferentes ensayos que se realizan en la fracción fina de los suelos (pasa 40) y tienen como fin conocer las características de resistencia y consistencia, y sus valores de humedad son necesarios para la clasificación de los suelos finos y su comportamiento estructural.

- Límite Líquido (Norma INV-E-125)
- Límite Plástico (Norma INV-E-126)

- **Resistencia al Corte Directo (ASTM D 3080 – AASHTO T 236 INV-E 154)**

Ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, empleando el método de corte directo.
La prueba se lleva a cabo deformando una muestra a velocidad controlada, cerca de un plano de corte determinado por la configuración de ensayo.

Tabla 4 Ensayos de laboratorio

ENSAYO	NORMA
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 – AASHTO T88 I.N.V.E. 123
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo, roca y mezcla de suelo-agregado	ASTM D 2216 I.N.V.E. 122
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	ASTM D 4318 – AASHTO T 8990 I.N.V.E. 12
Clasificación de suelos	ASTM D 2487
Resistencia al Corte Directo consolidado drenado	ASTM D 3080 – AASHTO T 236 I.N.V.E. 154

7 PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO

Con base en los resultados derivados de la etapa de exploración del subsuelo y los ensayos de laboratorio, fue posible establecer la siguiente secuencia estratigráfica para el área del proyecto y una homogenización en los perfiles encontrados:

7.1 Sondeo del 1 al 6

- Los primeros 20 centímetros se encontró una capa de material vegetal con materia orgánica.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 90 cm se encontró arena limosa con gravas.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 2.00 m se encontró un material sedimentario compuesto por arcilla con arena color café. (A6)(CL).
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 6.00 m encontramos material sedimentario compuesto por arena limosa color café. (A-2-4) (SM).

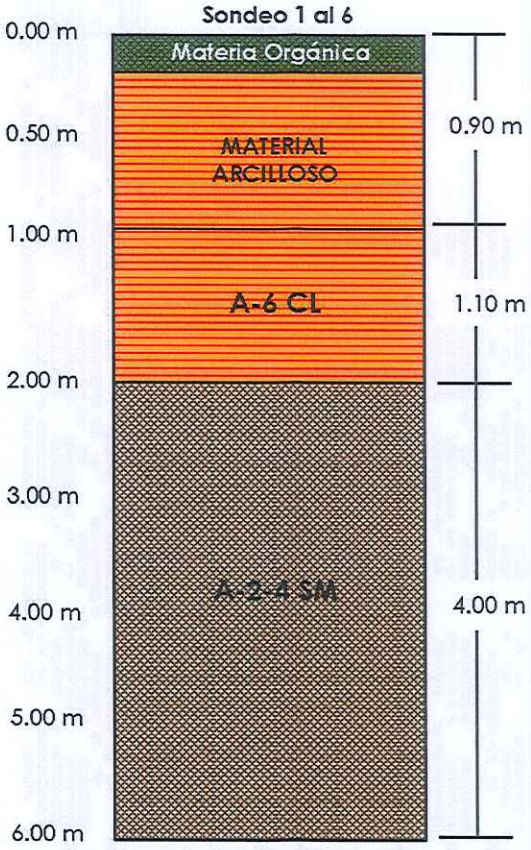


Figura 1 Perfil estratigráfico sondeos S1 al S6

Nota importante: De acuerdo con la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.

2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivo.

8 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Se clasifica los perfiles del suelo según A.2.4-2 — Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar de la NSR-10.

$$N = \frac{\sum_{i=1}^{n} di}{\sum_{i=1}^{n} \frac{di}{Ni}}$$

Figura 2 formula N promedio.

Donde:

N_i = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D 1586, haciendo corrección por energía N60, correspondiente al estrado i. El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

Se realiza la corrección del N al N60 según la fórmula de Speed (1985) y Skempton (1986).

$$N_{60} = \frac{N * n_H * n_B * n_S * n_R}{60}$$

Figura 3 formula N60.

Tabla 5 calculo N_{60}

CALCULO N60					
VARIACIÓN DE N_H			VARIACIÓN DE N_B		
TIPO DE MARTILLO	TIPO DE CAÍDA	NH (%)	DIÁMETRO mm	DIÁMETRO in	NB
DONUT	CAÍDA LIBRE	75%	60-120	2.4-4.7	1.00
DONUT	CUERDA - POLEA	45%	150	6	1.05
SEGURIDAD	CUERDA - POLEA	60%	200	8	1.15
VARIACIÓN DE N_S			VARIACIÓN DE N_R		
TIPO DE MUESTREADOR		Ns	LONGITUD DE LA VARILLA >10	LONGITUD DE LA VARILLA >30	NR 1.00
MUESTREADOR ESTÁNDAR		1.00	6 a 10	20 a 30	0.95
CON FORRO PARA ARCILLA Y ARENA DENSA		0.80	4 a 6	12 a 30	0.85
CON FORRO PARA ARENA SUELTA		0.90	0 a 4	0 a 12	0.75

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

Tabla 6 Factor de corrección

FACTORES DE CORRECCIÓN			
N_H (%)	N_B	N_S	N_R
75	1,00	1,00	0,75

Clasificación sondeo 1

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	N60	di/N60
1	6	6	0.50	6	0.09
2	9	8	0.50	8	0.06
3	19	18	0.50	18	0.03
4	27	25	0.50	25	0.02
5	45	42	0.50	42	0.01
6	45	42	0.50	42	0.01
7	45	42	0.50	42	0.01
8	46	43	0.50	43	0.01
9	45	42	0.50	42	0.01
10	48	45	0.50	45	0.01
11	50	47	0.50	47	0.01
			5.50		0.28
				N=	20

El N promedio del sondeo 1 es 20

Clasificación sondeo 2

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	N60	di/N60
1	13	12	0.50	12	0.04
2	20	19	0.50	19	0.03
3	23	22	0.50	22	0.02
4	30	28	0.50	28	0.02
5	35	33	0.50	33	0.02
6	37	35	0.50	35	0.01
7	41	38	0.50	38	0.01
8	45	42	0.50	42	0.01
9	48	45	0.50	45	0.01
10	47	44	0.50	44	0.01
11	48	45	0.50	45	0.01
			5.50		0.20
				N=	28

El N promedio del sondeo 2 es 28

Clasificación sondeo 3

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	N60	di/N60
1	9	8	0.50	8	0.06
2	13	12	0.50	12	0.04
3	19	18	0.50	18	0.03
4	23	22	0.50	22	0.02
5	26	24	0.50	24	0.02
6	31	29	0.50	29	0.02
7	33	31	0.50	31	0.02
8	37	35	0.50	35	0.01
9	41	38	0.50	38	0.01
10	43	40	0.50	40	0.01
11	48	45	0.50	45	0.01
			5.50		0.26
				N=	21

El N promedio del sondeo 3 es 21

Clasificación sondeo 4

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	N60	di/N60
1	6	6	0.50	6	0.09
2	9	8	0.50	8	0.06
3	16	15	0.50	15	0.03
4	27	25	0.50	25	0.02
5	32	30	0.50	30	0.02
6	31	29	0.50	29	0.02
7	45	42	0.50	42	0.01
8	45	42	0.50	42	0.01
9	45	42	0.50	42	0.01
10	46	43	0.50	43	0.01
11	49	46	0.50	46	0.01
			5.50		0.29
				N=	19

El N promedio del sondeo 4 es 19

Clasificación sondeo 5

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	N60	di/N60
1	10	9	0.50	9	0.05
2	13	12	0.50	12	0.04
3	18	17	0.50	17	0.03
4	23	22	0.50	22	0.02
5	24	23	0.50	23	0.02
6	26	24	0.50	24	0.02
7	27	25	0.50	25	0.02
8	31	29	0.50	29	0.02
9	37	35	0.50	35	0.01
10	40	38	0.50	38	0.01
11	41	38	0.50	38	0.01
			5.50		0.27
				N=	21

El N promedio del sondeo 26 es 21

Clasificación sondeo 6

ESTRATO	N	N60	ESPESOR DEL ESTRATO	N60	di/N60
1	5	5	0.50	5	0.11
2	8	8	0.50	8	0.07
3	10	9	0.50	9	0.05
4	15	14	0.50	14	0.04
5	17	16	0.50	16	0.03
6	21	20	0.50	20	0.03
7	27	25	0.50	25	0.02
8	30	28	0.50	28	0.02
9	36	34	0.50	34	0.01
10	40	38	0.50	38	0.01
11	41	38	0.50	38	0.01
			5.50		0.40
				N=	14

El N promedio del sondeo 6 es 14

Según el artículo A.2.4.4 — DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO es **D**, ya la velocidad de onda de corte se encuentra dentro los límites, cumpliendo la condición 50 >Ñ > 15.

Tabla 7 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10

A.2.4.4 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DEL SUELO		
TIPO DE PERFIL	**DESCRIPCIÓN**	**DEFINICIÓN**
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, 0	360 m/s > Vs ≥ 180 m/s
	Perfiles de los suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 >Ñ > 15,0
		100 kPa (≈1kgf/cm2)> Su > 50 kPa (≈0.5kgf/cm2)

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10 Título A. Tabla A.2.4-4.

Suelos expansivos:

Se conocen como suelos expansivos aquellos que presentan expansiones o contracciones, ósea cambios de volumen cuando varía su humedad o contenido de agua. Los materiales de arcilla tienen la capacidad de absorber una gran cantidad de agua y retenerla debido a su estructura, el agua produce el incremento del volumen en el material mencionado anteriormente y también una drástica reducción del volumen cuando el agua que retenía se seca.

Tabla 8 Evaluación del potencial de expansión de acuerdo con NSR-10

Potencial de expansión	Expansión Consolidómetro (%)	LL (%)	LC (%)	IP (%)	Partículas menores 1µ (%)	Expansión libre en probeta (%)
Muy Alto	>30	>63	<10	>32	>37	>100
Alto	20-30	50-63	6-12	25-45	18-37	>100
Medio	10-20	39-50	8-18	12-34	12-37	50-100
Bajo	<10	**<39**	**>13**	**<20**	<17	<50

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Suelos colapsables:

Muchos de los fenómenos que determinan el comportamiento de los suelos son complejos y no pueden siempre reducirse a causas puramente mecánicas, sino que muchas veces intervienen factores de otra índole (químicos, ambientales, etc.), provocando un comportamiento singular del terreno.

En algunos suelos, estos factores "no mecánicos" tienen una importancia capital y son objeto de un estudio particular.

Dicho grupo de suelos es conocido genéricamente como "suelos estructuralmente inestables". Uno de los principales fenómenos que afectan a algunos de estos suelos es el colapso brusco de su estructura intergranular, denominándose a los suelos que presentan estas características: suelos colapsables. En estas notas se analizarán exclusivamente aquellos suelos en los cuales el colapso es provocado por humedecimiento.

Suelos dispersivos:

Las arcillas dispersivas son aquellas que, por la naturaleza de su mineralogía y la química del agua en los suelos, son susceptibles a la separación de las partículas individuales y a la posterior erosión a través de grietas en el suelo bajo la filtración de flujos.

Estas arcillas erosionan rápidamente en presencia del agua cuando las fuerzas repulsivas que actúan entre las partículas de arcilla exceden a las fuerzas de atracción (Van der Waals) de tal forma que las partículas son progresivamente separadas desde la superficie entrando a una suspensión coloidal.

Por esta razón estas arcillas son llamadas arcillas "defloculadas", "dispersivas" o "erodibles". Son suelos altamente erosivos a bajos gradientes hidráulicos del flujo del agua, e incluso en algunos casos en agua en reposo

Al estudiar las características de los suelos encontrados durante la exploración y de acuerdo con los resultados de laboratorio podemos decir que los materiales encontrados tienen potencial de expansión bajo o nulo según la tabla N° 7, no tiene las características de suelos colapsables y por su naturaleza se descarta la presencia de suelos dispersivos.

9 CONDICIONES DEL PROYECTO

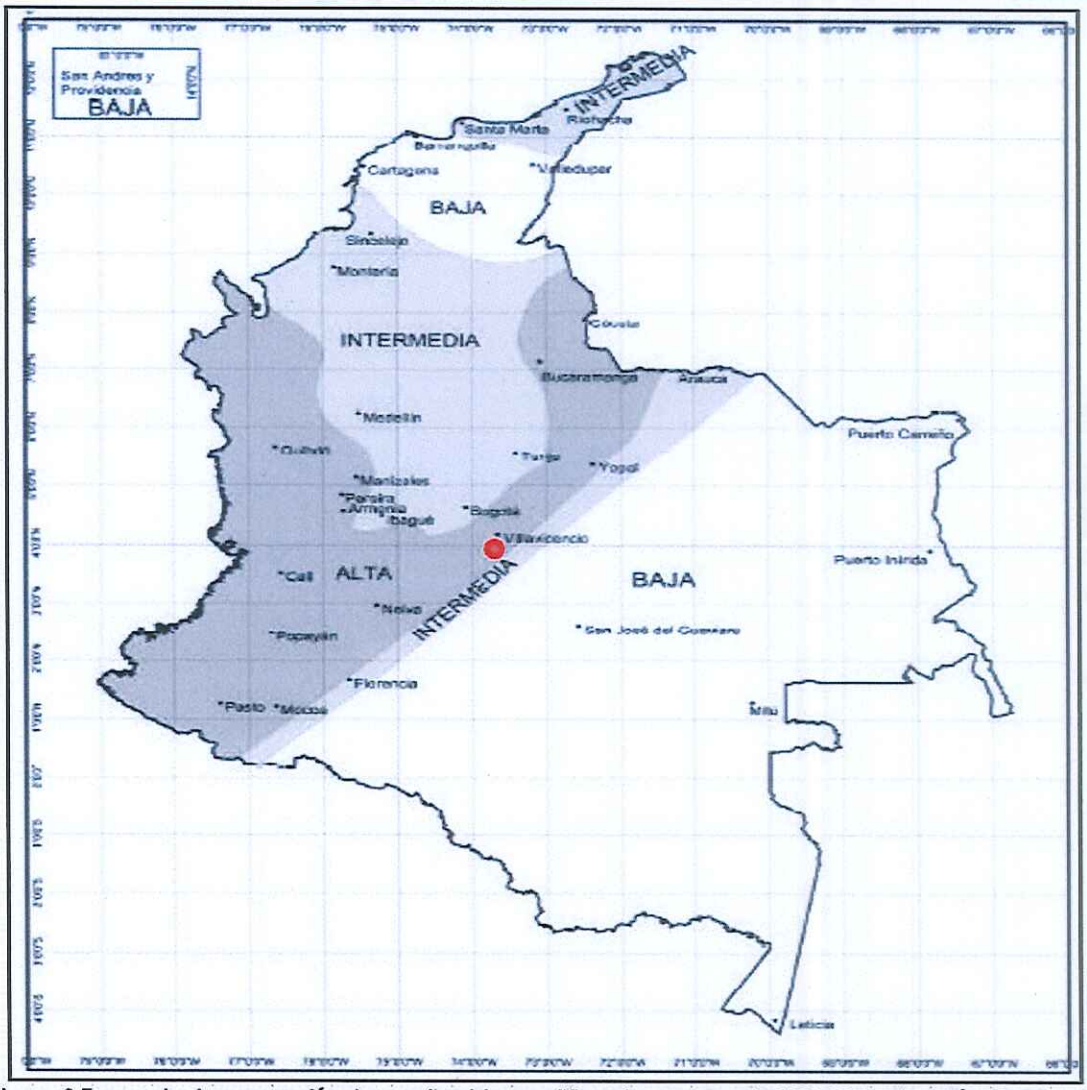
9.1 Sísmicas

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

Tabla 9 Definición de zona de amenaza sísmica

DEPARTAMENTO DE META					
MUNICIPIO	Aa	Av	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	Ae	Ad
Villavicencio	0,35	0,30	Alta	0,20	0,07

Fuente: Autor



Mapa 3 Zonas de Amenaza Sísmica aplicable a edificaciones para la NSR-10 en función de A_a y A_v

9.2 Coeficiente de importancia

Según la NSR-10 la edificación a construir se clasifica como Grupo III — edificaciones de atención a la comunidad, Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en grupo IV. El coeficiente de importancia para este proyecto es 1.25.

Este grupo debe incluir:

(a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres,
(b) Garajes de vehículos de emergencia,

(c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias,
(d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza,
(e) Aquellas del grupo **II** para las que el propietario desee contar con seguridad adicional, y
(f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

Tabla 10 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10

Grupo De Uso	Coeficiente De Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

9.3 Nivel freático

No se encontró registro de nivel freático, cabe resaltar que los sondeos se realizaron en el mes de septiembre de 2021.

9.4 Topografía

Al realizar las perforaciones en el terreno se observó una superficie plana con diferencia de nivel mínima. (Ver registro fotográfico).

10 ANÁLISIS GEOTÉCNICO

Con base en las propiedades geotécnicas del sitio de proyecto y teniendo en cuenta tanto las condiciones de entorno como las características de la obra proyectada, se llevó a cabo el diseño geotécnico mediante el análisis de capacidad portante.

10.1 Consideraciones Generales

Para evaluar el parámetro de evaluación de la resistencia al corte y a la compresión uniaxial de las capas de suelo, se utilizó el valor del ensayo de corte directo y se comparó con el N del ensayo SPT según las correlaciones presentadas en las siguientes tablas:

Tabla 11 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas

OCR	N, golpes (SPT)	Qu (Kg/cm²)	Descripción	Ángulo De Fricción (°)	E (Kg/cm²)
NC	<2	<0.25	Muy Blanda	0	3
NC	2-4	0.2 5- 0.50	Blanda	0-2	30
NC	4-8	0.5 - 1.0	Media	2-4	45-90
NC	8-15	1.0 - 2.0	Compacta	4-6	90-200
>OCR	15-30	2.0 - 4.0	Muy Compacta	6-12	>200
>OCR	>30	>40	Dura	>14	
NC, Normalmente consolidados - OCR, Suelos Sobreconsolidados SPT, Ensayo ESTÁNDAR PENETRATION TEST - E, Módulo de rigidez del suelo					

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

Tabla 12 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos

N (SPT)	Descripción	Valor Cr	Ang. Fricción (°)	E (Kg/cm²)
0 – 4	Muy floja	0 – 15	28	100
5 – 10	Floja	16 – 35	28 – 30	100 – 250
11 – 30	Media	36 – 65	30 – 36	250 – 500
31 – 50	Densa	68 – 85	36 – 41	500 - 1000
>50	Muy densa	86 - 100	41	>1000
E, Módulo de Young - Cr, Compacidad relativa				

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

10.2 Análisis de la Capacidad Portante

El cálculo de la capacidad portante se realizó considerando la resistencia del suelo y las recomendaciones de la Norma NSR-10.

La ecuación utilizada corresponde al principio general de la capacidad de carga expuesta por Terzagui para este tipo de suelos.

De acuerdo con la profundidad de emplazamiento y ancho de los cimientos, se definió la siguiente:

$$q_{ult} = C.N_c + \gamma_b.D.N_q + \frac{1}{2}.\gamma_b.B.N_\gamma$$

Dónde:

C: Cohesión del suelo

q: Esfuerzo efectivo a nivel de cimentación q=γ.Df, se debe tener en cuenta el nivel freático.

Nc, Nq,Nγ: Factores de capacidad de carga adimensionales, en f(φ) únicamente

B, L: Ancho, Largo respectivamente y siempre L>B

En la tabla 12 se presenta la hoja de cálculo de un programa de computador basado en la teoría mencionada con anterioridad y revisada por Terzaghi - Peck, en donde se tiene como información los ensayos de laboratorio, a partir de los cuales se determinan ciertas características del estrato y unos valores asumidos de ancho y profundidad de cimentación, que van acordes al proyecto de construcción.

Aparece un cuadro en el cual se plantean varios anchos de cimentación, con diferentes valores de Df (profundidad de desplante).

La persona encargada del análisis estructural, teniendo en cuenta las cargas reales del proyecto, podrá corroborar en el cuadro la capacidad de carga del suelo vs, el peso de la estructura.

Tabla 13 Cálculo de la capacidad de carga 0.25– 2.00 m (Sondeos 1 y 4)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m²)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7		

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	300.01	302.94	305.87	3.00	3.03	3.06
0.50	1.64	307.77	310.70	313.63	3.08	3.11	3.14
0.75	2.46	315.52	318.45	321.38	3.16	3.18	3.21
1.00	3.28	323.28	326.21	329.14	3.23	3.26	3.29
1.25	4.10	331.03	333.96	336.89	3.31	3.34	3.37
1.50	4.92	338.79	341.72	344.65	3.39	3.42	3.45
1.75	5.74	346.54	349.47	352.40	3.47	3.49	3.52
2.00	6.56	354.30	357.23	360.16	3.54	3.57	3.60

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	100.00	100.98	101.96	1.00	1.01	1.02
0.50	1.64	102.59	103.57	104.54	1.03	1.04	1.05
1.30	4.27	105.17	106.15	107.13	1.05	1.06	1.07
1.00	3.28	107.76	108.74	109.71	1.08	1.09	1.10
1.25	4.10	110.34	111.32	112.30	1.10	1.11	1.12
1.50	4.92	112.93	113.91	114.88	1.13	1.14	1.15
1.75	5.74	115.51	116.49	117.47	1.16	1.16	1.17
2.00	6.56	118.10	119.08	120.05	1.18	1.19	1.20

Fuente. Autor

Tabla 14 Cálculo de la capacidad de carga 2.50– 6.00 m (Sondeos 1 y 4)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARENA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m^3	16.20	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m^2)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26		

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m^2)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm^2)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	581.50	632.29	683.07	5.81	6.32	6.83
3.00	9.84	677.48	728.27	779.06	6.77	7.28	7.79
3.50	11.48	773.47	824.26	875.04	7.73	8.24	8.75
4.00	13.12	869.45	920.24	971.03	8.69	9.20	9.71
4.50	14.76	965.44	1016.23	1067.01	9.65	10.16	10.67
5.00	16.40	1061.42	1112.21	1163.00	10.61	11.12	11.63
5.50	18.04	1157.41	1208.20	1258.98	11.57	12.08	12.59
6.00	19.69	1253.39	1304.18	1354.97	12.53	13.04	13.55

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m^2) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m^2)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm^2)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	193.83	210.76	227.69	1.94	2.11	2.28
3.00	9.84	225.83	242.76	259.69	2.26	2.43	2.60
1.30	4.27	257.82	274.75	291.68	2.58	2.75	2.92
4.00	13.12	289.82	306.75	323.68	2.90	3.07	3.24
4.50	14.76	321.81	338.74	355.67	3.22	3.39	3.56
5.00	16.40	353.81	370.74	387.67	3.54	3.71	3.88
5.50	18.04	385.80	402.73	419.66	3.86	4.03	4.20
6.00	19.69	417.80	434.73	451.66	4.18	4.35	4.52

Fuente. Autor

Tabla 15 Cálculo de la capacidad de carga 0.25– 2.00 m (Sondeos 2,3 ,5,6)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.40	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m²)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7		

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
			Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies		1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82		299.93	302.84	305.75	3.00	3.03	3.06
0.50	1.64		307.64	310.55	313.46	3.08	3.11	3.13
0.75	2.46		315.35	318.26	321.17	3.15	3.18	3.21
1.00	3.28		323.05	325.97	328.88	3.23	3.26	3.29
1.25	4.10		330.76	333.67	336.58	3.31	3.34	3.37
1.50	4.92		338.47	341.38	344.29	3.38	3.41	3.44
1.75	5.74		346.18	349.09	352.00	3.46	3.49	3.52
2.00	6.56		353.89	356.80	359.71	3.54	3.57	3.60

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
			Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies		1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82		99.98	100.95	101.92	1.00	1.01	1.02
0.50	1.64		102.55	103.52	104.49	1.03	1.04	1.04
1.30	4.27		105.12	106.09	107.06	1.05	1.06	1.07
1.00	3.28		107.68	108.66	109.63	1.08	1.09	1.10
1.25	4.10		110.25	111.22	112.19	1.10	1.11	1.12
1.50	4.92		112.82	113.79	114.76	1.13	1.14	1.15
1.75	5.74		115.39	116.36	117.33	1.15	1.16	1.17
2.00	6.56		117.96	118.93	119.90	1.18	1.19	1.20

Fuente. Autor

Tabla 16 Cálculo de la capacidad de carga 2.50– 6.00 m (Sondeos 2,3,5,6)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARENA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m³	16.30	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m²)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26		

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	585.09	636.19	687.29	5.85	6.36	6.87
3.00	9.84	681.67	732.77	783.87	6.82	7.33	7.84
3.50	11.48	778.24	829.34	880.44	7.78	8.29	8.80
4.00	13.12	874.82	925.92	977.02	8.75	9.26	9.77
4.50	14.76	971.40	1022.50	1073.60	9.71	10.22	10.74
5.00	16.40	1067.98	1119.08	1170.18	10.68	11.19	11.70
5.50	18.04	1164.55	1215.65	1266.75	11.65	12.16	12.67
6.00	19.69	1261.13	1312.23	1363.33	12.61	13.12	13.63

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	195.03	212.06	229.10	1.95	2.12	2.29
3.00	9.84	227.22	244.26	261.29	2.27	2.44	2.61
1.30	4.27	259.41	276.45	293.48	2.59	2.76	2.93
4.00	13.12	291.61	308.64	325.67	2.92	3.09	3.26
4.50	14.76	323.80	340.83	357.87	3.24	3.41	3.58
5.00	16.40	355.99	373.03	390.06	3.56	3.73	3.90
5.50	18.04	388.18	405.22	422.25	3.88	4.05	4.22
6.00	19.69	420.38	437.41	454.44	4.20	4.37	4.54

Fuente. Autor

10.3 Análisis de Asentamientos.

Los asentamientos de suelos encontrados en el proyecto tienen un período de respuesta más rápido y se producen en el momento del proceso de construcción.
Para su análisis pueden ser apreciablemente reducidos, sin embargo, hay que estimarlos con precisión porque la mayoría de las estructuras son más sensibles a los asentamientos rápidos de

distorsión que a los lentos, hasta el punto de que el diseño en este tipo de suelos resulta regido por el criterio de asentamiento. Para estimar los valores de asentamientos se utilizó las correlaciones de Terzaghi (1.948, 1.968), basadas en el resultado de la prueba de Penetración Estándar (N) y el ancho de la cimentación.

Tabla 17 Ecuación para el cálculo de asentamientos

CARGA FLEXIBLE			CARGA RIGIDA
ESQUINA	CENTRO	VALOR MEDIO	
$S = q * b * \frac{1-\mu^2}{E} * Ip$	$S = 2 * q * b * \frac{1-\mu^2}{E} * Ip$	$S = s(centro) * 0.848$	$S = 93\% * s(valor\ medio)$

Fuente. Autor

Cada uno de los asentamientos está calculado por carga rígida y por carga flexible. En la tabla 20 a 24, se detalla la teoría aplicada y los cálculos realizados teniendo en cuenta módulo de Young, Coeficiente de Poisson y la carga admisible calculada con anterioridad.

Los valores del FS estarían entre 0,8 (80% del teórico) y 1,2 (120% del teórico), siendo recomendable para suelos desconocidos valores entre 1,0 y 1,2.

Tabla 18 Cálculo de Asentamientos (Prof. 2.00m)

Carga admisible (q):	1.18	kg/cm²
Módulo de Young (E):	210	kg/cm²
Coeficiente de Poisson (v):	0.25	
Ancho cimentación (b):	1.00	m
Largo cimentación (l):	1.00	m
m:		
Ip:		
Factor de seguridad:	1.20	

Asentamientos	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)
0.56	0.35	0.71	0.60	11.78

Carga flexible :

- Esquina :

$$s = q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

- *Centro* :

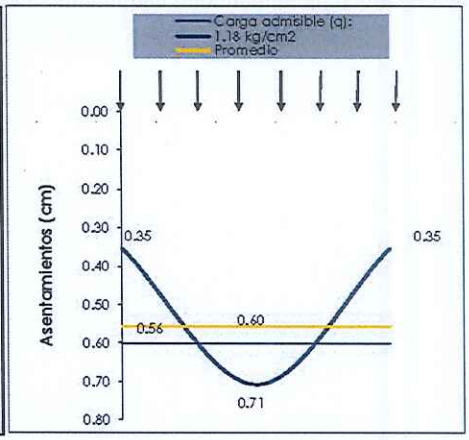
$$s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

- Valor medio :

$$s = s(centro) \cdot 0.848$$

Carga rígida :

$$s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$$



Fuente. Autor

Tabla 19 Cálculo de Asentamientos (Prof. 2.00 m)

Carga admisible (q):	1.18	kg/cm²
Módulo de Young (E):	160	kg/cm²
Coeficiente de Poisson (v):	0.25	
Ancho cimentación (b):	1.00	m
Largo cimentación (l):	1.00	m
m:		
Ip:		
Factor de seguridad:	1.20	

Asentamientos	Asentamientos carga flexible			
Carga rígida (cm)	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)	Carga total (T)
0.73	0.46	0.93	0.79	11.78

Carga flexible :

• Esquina :

$$s = q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

• *Centro* :

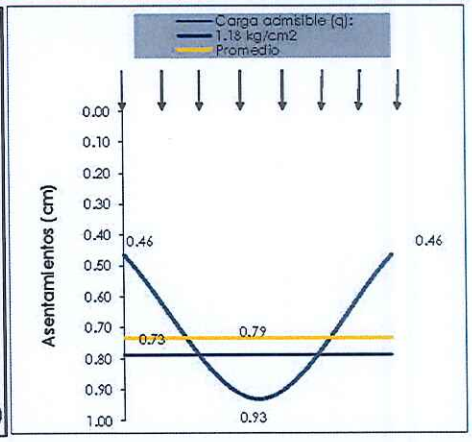
$$s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

• Valor medio :

$$s = s(centro) \cdot 0.848$$

Carga rígida :

$$s = 93\% \cdot s(\text{valor medio})$$



Fuente. Autor

10.4 Efectos locales

10.4.1 Clasificación de los perfiles de suelo.

Según la norma NSR-10 el tipo de perfil del suelo encontrado teniendo en cuenta la resistencia al corte, el porcentaje de humedad, el índice de plasticidad o el número golpes necesarios para profundizar en 30 cm. Tipo de suelo es **D.**

Tabla 20 Clasificación del suelo

CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELOS TIPOS C, D o E			
TIPO DE PERFIL	Vs	N o N ch	Su
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	Mayor que 100 kPa (=1kgf/cm²)
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1kgf/cm²)
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 kPa (=0.5 kgf/cm²)

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

10.4.2 Valores del coeficiente Fa periodos cortos.

Según tabla A.2.4-3 de la NSR-10 el coeficiente para periodos cortos Fa 1.15

Tabla 21 Coeficiente Fa periodos cortos

Tabla A.2.4.-3 VALORES DEL COEFICIENTE Fa, PARA LA ZONA DE PERIODOS CORTOS DEL ESPECTRO					
TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	Aa < 0.1	Aa = 0.2	Aa = 0.3	Aa = 0.4	Aa > 0.5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0
D	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0
E	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
F	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota	Véase Nota
Nota: Para el tipo de perfil F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.					

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

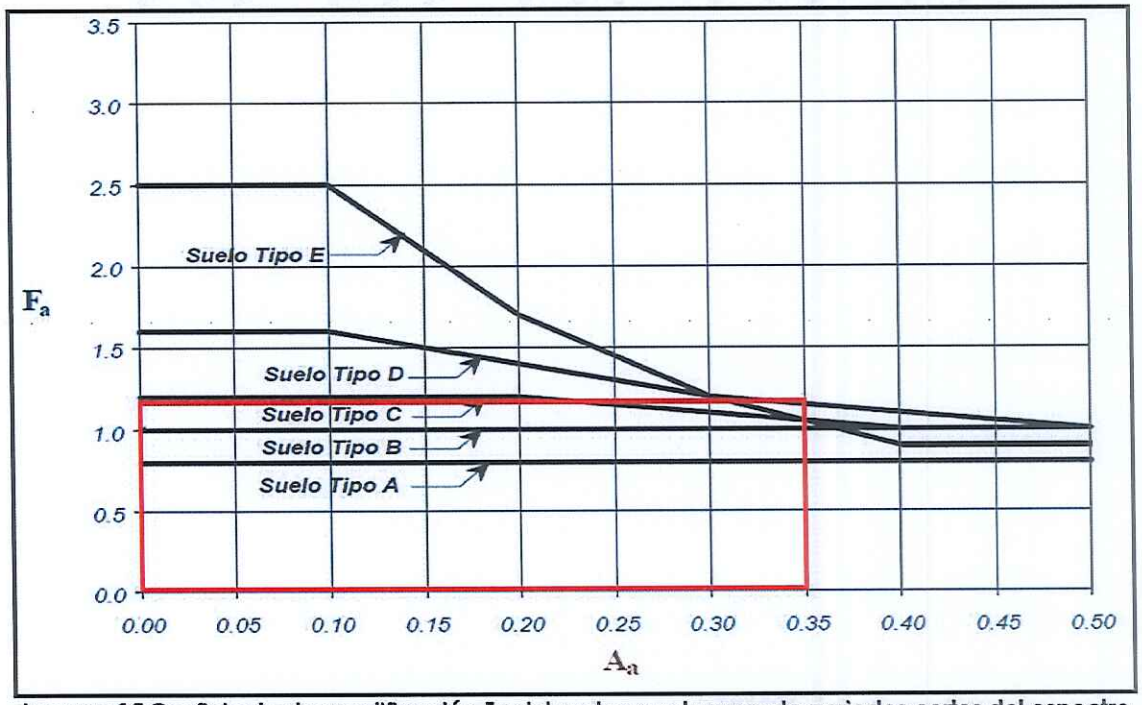


Imagen 15 Coeficiente de amplificación Fa del suelo para la zona de periodos cortos del espectro

10.4.3 Valores del coeficiente Fv periodos intermedios

Según tabla A.2.4-4 de la NSR-10 el coeficiente para periodos intermedios Fv 1.8

Tabla 22 Coeficiente Fv periodos intermedio

Tabla A.2.4.-4 VALORES DEL COEFICIENTE Fv, PARA LA ZONA DE PERIODOS INTERMEDIOS DEL ESPECTRO					
TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	Av ≤ 0.1	Av = 0.2	Av = 0.3	Av = 0.4	Av ≥ 0.5
A	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
C	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
D	2,4	2,0	1,8	1,6	1,5
E	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
F	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA	VÉASE NOTA
Nota: Para el tipo de perfil F debe realizarse una investigación geotécnica particular para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda de acuerdo con A.2.10.					

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10

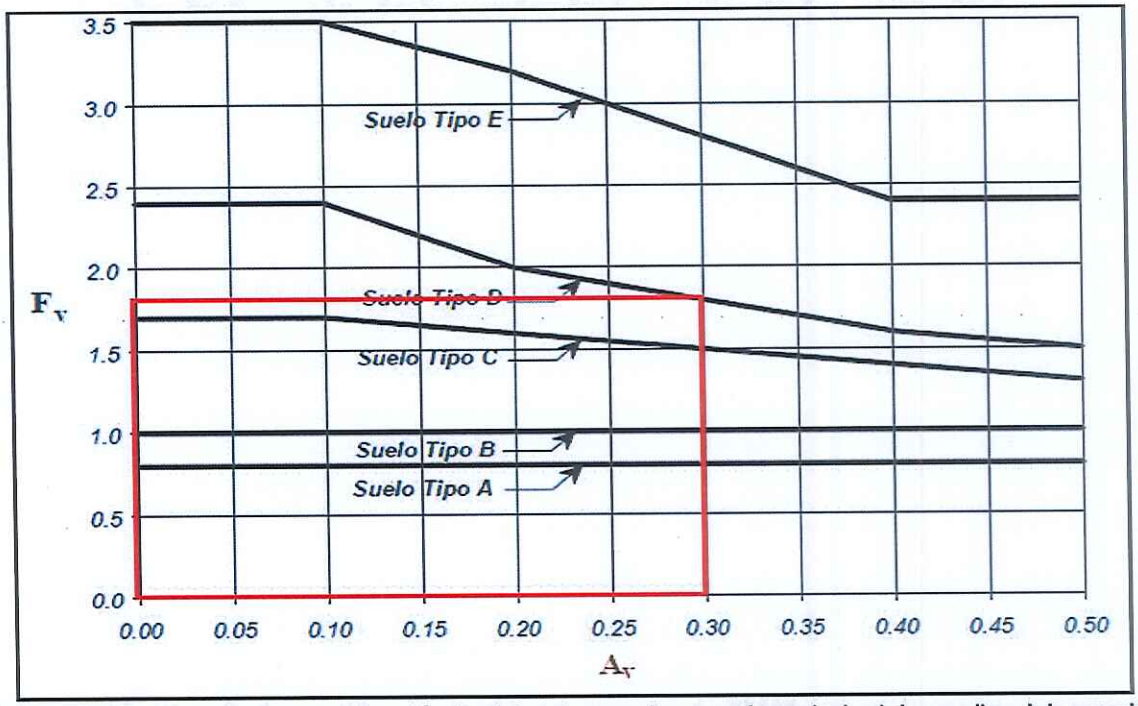


Imagen 16 Coeficiente de amplificación Fv del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro

10.5 Capacidad de carga específica (factores de seguridad indirectos según NSR10 H.4.7.1)

Tabla 23 Factores de Seguridad Indirectos F_{sicp} Mínimos

Condición	F_{SICP} Mínimo Diseño
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudoestático	1.5

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10. Título H. Tabla H.4.7-1.

Tabla 24 Carga Muerta + Carga Viva Normal (0.25 – 2.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) — SONDEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m²)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7	F.S.I:	3.0

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	300.01	302.94	305.87	3.00	3.03	3.06
0.50	1.64	307.77	310.70	313.63	3.08	3.11	3.14
0.75	2.46	315.52	318.45	321.38	3.16	3.18	3.21
1.00	3.28	323.28	326.21	329.14	3.23	3.26	3.29
1.25	4.10	331.03	333.96	336.89	3.31	3.34	3.37
1.50	4.92	338.79	341.72	344.65	3.39	3.42	3.45
1.75	5.74	346.54	349.47	352.40	3.47	3.49	3.52
2.00	6.56	354.30	357.23	360.16	3.54	3.57	3.60

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	100.00	100.98	101.96	1.00	1.01	1.02
0.50	1.64	102.59	103.57	104.54	1.03	1.04	1.05
0.75	2.46	105.17	106.15	107.13	1.05	1.06	1.07
1.00	3.28	107.76	108.74	109.71	1.08	1.09	1.10
1.25	4.10	110.34	111.32	112.30	1.10	1.11	1.12
1.50	4.92	112.93	113.91	114.88	1.13	1.14	1.15
1.75	5.74	115.51	116.49	117.47	1.16	1.16	1.17
2.00	6.56	118.10	119.08	120.05	1.18	1.19	1.20

Fuente. Autor

Tabla 25 Carga Muerta + Carga Viva Normal (2.50 – 6.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)			SON DEOS
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m³	16.40	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m²)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26.00	F.S.I:	3.0

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	588.68	640.09	691.51	5.89	6.40	6.92
3.00	9.84	685.85	737.26	788.68	6.86	7.37	7.89
3.50	11.48	783.02	834.43	885.85	7.83	8.34	8.86
4.00	13.12	880.19	931.60	983.02	8.80	9.32	9.83
4.50	14.76	977.36	1028.77	1080.19	9.77	10.29	10.80
5.00	16.40	1074.53	1125.94	1177.36	10.75	11.26	11.77
5.50	18.04	1171.70	1223.11	1274.53	11.72	12.23	12.75
6.00	19.69	1268.87	1320.28	1371.70	12.69	13.20	13.72

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	196.23	213.36	230.50	1.96	2.13	2.31
3.00	9.84	228.62	245.75	262.89	2.29	2.46	2.63
3.50	11.48	261.01	278.14	295.28	2.61	2.78	2.95
4.00	13.12	293.40	310.53	327.67	2.93	3.11	3.28
4.50	14.76	325.79	342.92	360.06	3.26	3.43	3.60
5.00	16.40	358.18	375.31	392.45	3.58	3.75	3.92
5.50	18.04	390.57	407.70	424.84	3.91	4.08	4.25
6.00	19.69	422.96	440.09	457.23	4.23	4.40	4.57

Fuente. Autor

Tabla 26 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (0.25 – 2.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) SON DEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m²)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7	F.S.I:	2.5

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	300.01	302.94	305.87	3.00	3.03	3.06
0.50	1.64	307.77	310.70	313.63	3.08	3.11	3.14
0.75	2.46	315.52	318.45	321.38	3.16	3.18	3.21
1.00	3.28	323.28	326.21	329.14	3.23	3.26	3.29
1.25	4.10	331.03	333.96	336.89	3.31	3.34	3.37
1.50	4.92	338.79	341.72	344.65	3.39	3.42	3.45
1.75	5.74	346.54	349.47	352.40	3.47	3.49	3.52
2.00	6.56	354.30	357.23	360.16	3.54	3.57	3.60

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	120.01	121.18	122.35	1.20	1.21	1.22
0.50	1.64	123.11	124.28	125.45	1.23	1.24	1.25
0.75	2.46	126.21	127.38	128.55	1.26	1.27	1.29
1.00	3.28	129.31	130.48	131.65	1.29	1.30	1.32
1.25	4.10	132.41	133.58	134.76	1.32	1.34	1.35
1.50	4.92	135.52	136.69	137.86	1.36	1.37	1.38
1.75	5.74	138.62	139.79	140.96	1.39	1.40	1.41
2.00	6.56	141.72	142.89	144.06	1.42	1.43	1.44

Fuente. Autor

Tabla 27 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (2.50 – 6.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)			SON DEOS
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m³	16.40	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m²)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26	F.S.I:	2.5

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	588.68	640.09	691.51	5.89	6.40	6.92
3.00	9.84	685.85	737.26	788.68	6.86	7.37	7.89
3.50	11.48	783.02	834.43	885.85	7.83	8.34	8.86
4.00	13.12	880.19	931.60	983.02	8.80	9.32	9.83
4.50	14.76	977.36	1028.77	1080.19	9.77	10.29	10.80
5.00	16.40	1074.53	1125.94	1177.36	10.75	11.26	11.77
5.50	18.04	1171.70	1223.11	1274.53	11.72	12.23	12.75
6.00	19.69	1268.87	1320.28	1371.70	12.69	13.20	13.72

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	235.47	256.04	276.60	2.35	2.56	2.77
3.00	9.84	274.34	294.90	315.47	2.74	2.95	3.15
3.50	11.48	313.21	333.77	354.34	3.13	3.34	3.54
4.00	13.12	352.08	372.64	393.21	3.52	3.73	3.93
4.50	14.76	390.94	411.51	432.07	3.91	4.12	4.32
5.00	16.40	429.81	450.38	470.94	4.30	4.50	4.71
5.50	18.04	468.68	489.24	509.81	4.69	4.89	5.10
6.00	19.69	507.55	528.11	548.68	5.08	5.28	5.49

Fuente. Autor

Tabla 28 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (0.25 – 2.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) — SON DEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m²)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7	F.S.I:	1.5

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA + SISMO DE DISEÑO SEUDO ESTATICO)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	300.01	302.94	305.87	3.00	3.03	3.06
0.50	1.64	307.77	310.70	313.63	3.08	3.11	3.14
0.75	2.46	315.52	318.45	321.38	3.16	3.18	3.21
1.00	3.28	323.28	326.21	329.14	3.23	3.26	3.29
1.25	4.10	331.03	333.96	336.89	3.31	3.34	3.37
1.50	4.92	338.79	341.72	344.65	3.39	3.42	3.45
1.75	5.74	346.54	349.47	352.40	3.47	3.49	3.52
2.00	6.56	354.30	357.23	360.16	3.54	3.57	3.60

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	200.01	201.96	203.91	2.00	2.02	2.04
0.50	1.64	205.18	207.13	209.08	2.05	2.07	2.09
0.75	2.46	210.35	212.30	214.25	2.10	2.12	2.14
1.00	3.28	215.52	217.47	219.42	2.16	2.17	2.19
1.25	4.10	220.69	222.64	224.59	2.21	2.23	2.25
1.50	4.92	225.86	227.81	229.76	2.26	2.28	2.30
1.75	5.74	231.03	232.98	234.93	2.31	2.33	2.35
2.00	6.56	236.20	238.15	240.10	2.36	2.38	2.40

Fuente. Autor

Tabla 29 Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo De Diseño Seudo Estático (2.50 – 6.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) SON DEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m³	16.40	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m²)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26	F.S.I:	1.5

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA + SISMO DE DISEÑO SEUDO ESTATICO)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	588.68	640.09	691.51	5.89	6.40	6.92
3.00	9.84	685.85	737.26	788.68	6.86	7.37	7.89
3.50	11.48	783.02	834.43	885.85	7.83	8.34	8.86
4.00	13.12	880.19	931.60	983.02	8.80	9.32	9.83
4.50	14.76	977.36	1028.77	1080.19	9.77	10.29	10.80
5.00	16.40	1074.53	1125.94	1177.36	10.75	11.26	11.77
5.50	18.04	1171.70	1223.11	1274.53	11.72	12.23	12.75
6.00	19.69	1268.87	1320.28	1371.70	12.69	13.20	13.72

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	392.45	426.73	461.00	3.92	4.27	4.61
3.00	9.84	457.23	491.51	525.78	4.57	4.92	5.26
3.50	11.48	522.01	556.29	590.56	5.22	5.56	5.91
4.00	13.12	586.79	621.07	655.34	5.87	6.21	6.55
4.50	14.76	651.57	685.85	720.12	6.52	6.86	7.20
5.00	16.40	716.35	750.63	784.90	7.16	7.51	7.85
5.50	18.04	781.13	815.41	849.68	7.81	8.15	8.50
6.00	19.69	845.91	880.19	914.46	8.46	8.80	9.14

Fuente. Autor

10.6 Capacidad de carga específica (factores de seguridad directos según NSR10 H.2.4.3, H.2.4.4)

Tabla 30 Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos

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

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

Fuente: Reglamento Colombiano de construcción Sismo Resistente, NSR-10. Título H. Tabla H.2.4-1.

Tabla 31 Carga Muerta + Carga Viva Normal (0.25 – 2.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) — SONDEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	6.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.43
Cohesión (KN/m²)	26.67	Ny:	0.34
Angulo de fricción, (grados)	5	F.S.D:	1.5

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	172.97	174.37	175.78	1.73	1.74	1.76
0.50	1.64	178.87	180.27	181.67	1.79	1.80	1.82
0.75	2.46	184.77	186.17	187.57	1.85	1.86	1.88
1.00	3.28	190.67	192.07	193.47	1.91	1.92	1.93
1.25	4.10	196.57	197.97	199.37	1.97	1.98	1.99
1.50	4.92	202.46	203.87	205.27	2.02	2.04	2.05
1.75	5.74	208.36	209.77	211.17	2.08	2.10	2.11
2.00	6.56	214.26	215.66	217.07	2.14	2.16	2.17

Fuente. Autor

Tabla 32 Carga Muerta + Carga Viva Normal (2.50 – 6.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) — SONDEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	12.34
Peso especifico del suelo KN/m³	16.40	Nq:	4.77
Cohesión (KN/m²)	0.00	Ny:	3.53
Angulo de fricción, (grados)	17	F.S.D:	1.5

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA NORMAL)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20	224.52	238.99	253.46	2.25	2.39	2.53
3.00	9.84	263.63	278.10	292.58	2.64	2.78	2.93
3.50	11.48	302.74	317.22	331.69	3.03	3.17	3.32
4.00	13.12	341.86	356.33	370.80	3.42	3.56	3.71
4.50	14.76	380.97	395.45	409.92	3.81	3.95	4.10
5.00	16.40	420.09	434.56	449.03	4.20	4.35	4.49
5.50	18.04	459.20	473.67	488.15	4.59	4.74	4.88
6.00	19.69	498.31	512.79	527.26	4.98	5.13	5.27

Fuente. Autor

Tabla 33 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (0.25 – 2.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984) — SONDEOS

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO

ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	6.49
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.57
Cohesión (KN/m²)	32.00	Ny:	0.45
Angulo de fricción, (grados)	6	F.S.D:	1.25

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	217.87	219.73	221.58	2.18	2.20	2.22
0.50	1.64	224.35	226.20	228.06	2.24	2.26	2.28
0.75	2.46	230.82	232.68	234.53	2.31	2.33	2.35
1.00	3.28	237.30	239.15	241.01	2.37	2.39	2.41
1.25	4.10	243.77	245.63	247.49	2.44	2.46	2.47
1.50	4.92	250.25	252.11	253.96	2.50	2.52	2.54
1.75	5.74	256.73	258.58	260.44	2.57	2.59	2.60
2.00	6.56	263.20	265.06	266.92	2.63	2.65	2.67

Fuente. Autor

Tabla 34 Carga Muerta + Carga Viva Máxima (2.50 – 6.00 m)

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)			SONDEOS
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	14.83
Peso especifico del suelo KN/m^3	16.40	Nq:	6.40
Cohesión (KN/m^2)	0.00	Ny:	5.39
Angulo de fricción, (grados)	21	F.S.D:	1.25

(CARGA MUERTA + CARGA VIVA MAXIMA)

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS

Profundidad del suelo			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m^2)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm^2)		
			Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies		1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
2.50	8.20		306.60	328.70	350.80	3.07	3.29	3.51
3.00	9.84		359.08	381.18	403.28	3.59	3.81	4.03
3.50	11.48		411.56	433.66	455.76	4.12	4.34	4.56
4.00	13.12		464.04	486.14	508.24	4.64	4.86	5.08
4.50	14.76		516.52	538.62	560.72	5.17	5.39	5.61
5.00	16.40		569.00	591.10	613.20	5.69	5.91	6.13
5.50	18.04		621.48	643.58	665.68	6.21	6.44	6.66
6.00	19.69		673.96	696.06	718.16	6.74	6.96	7.18

Fuente. Autor

11 RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Una vez estudiadas las características de las unidades litológicas que aparecen en el terreno investigado, analizaremos la tipología de cimentación más adecuada para la construcción de la estructura, se toman como datos de partida, las características constructivas de la edificación proyectada y los condicionantes geotécnicos del subsuelo, así como trabajos realizados en la zona con anterioridad y nuestra experiencia en la región.

Teniendo en cuenta las características de las estructuras y el perfil del suelo encontrado, para edificaciones mencionadas en la siguiente tabla se recomienda emplear zapatas aisladas a una profundidad de cimentación genérica de **(h1)+(h2)** con respecto al nivel del terreno, es importante que al momento de realizar las excavaciones y antes de empezar a fundir el concreto se coloque una capa de concreto de limpieza de espesor **h3 = 0.05 m**.

Se aclara que, si es necesario utilizar otro sistema de cimentación diferente al propuesto, se recomienda ver tabla N° 12 al 18 donde se describe la capacidad portante por cada metro de profundidad.

Tabla 35 Recomendación de cimentación

Edificación	Tipo de cimentación
Coliseo menor	Zapatas aisladas a 2.00 m (h1) + 0.30 m (h2) de mejoramiento con materia seleccionado Tmax 3" y como soporte de la placa de piso un mejoramiento de 0.20 con material seleccionado Tmax 2"
Placa de contrapiso de los coliseos	Placa de contrapiso (espesor según diseño) + una capa de 0.30 de subbase granular tipo invias

Fuente. Autor

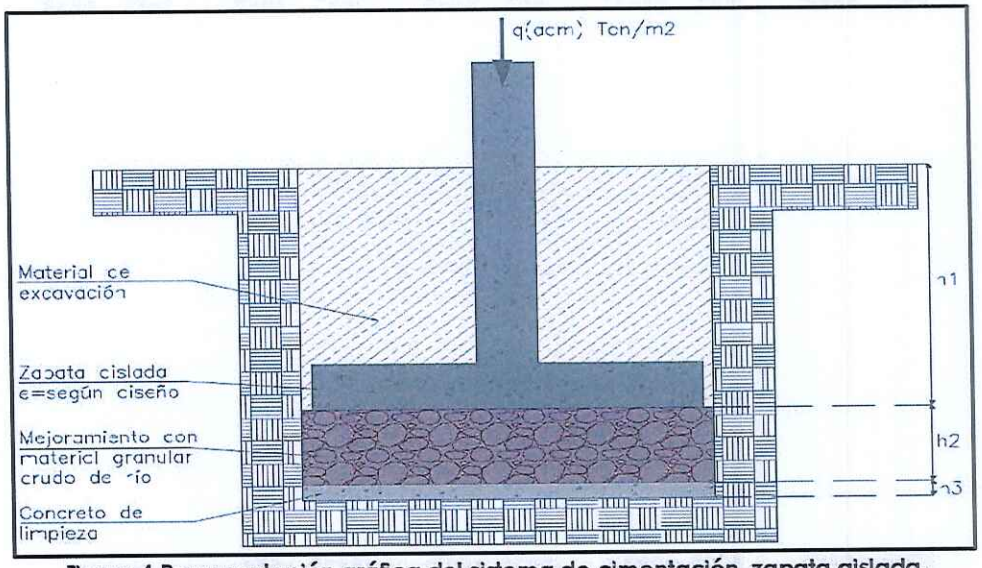


Figura 4 Representación gráfica del sistema de cimentación, zapata aislada.

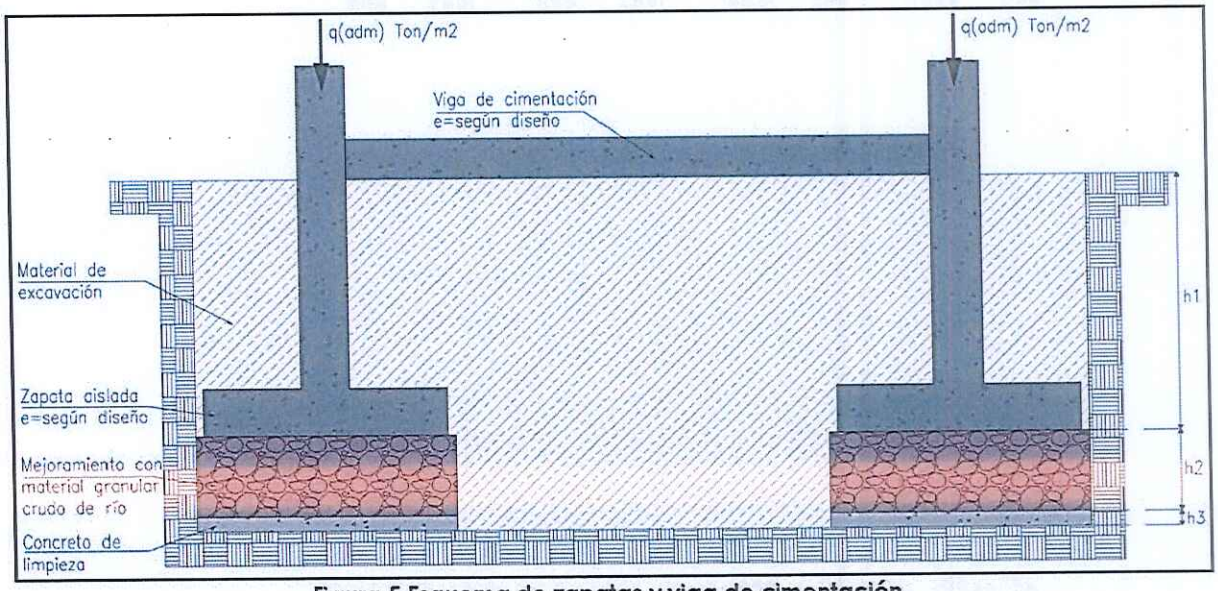


Figura 5 Esquema de zapatas y viga de cimentación.

Para el cálculo del empuje activo (ka) y pasivo (kp) teniendo en cuenta un Angulo de fricción de 7° y 26 ° se presentan los siguientes datos:

Angulo de fricción Ø		Empuje activo	Empuje pasivo	Coeficiente de distribución de carga en reposo	Coeficiente de fricción suelo – Concreto	Peso unitario del material de relleno grava y arena
(°)	(rad)	Ka	Kp	Ko	--	--
7	0.122	0.783	1.278	0.878	0.45	2.00 y 2.20 g/cm^3
26.0	0.454	0.656	2.561	0.562	0.45	2.00 y 2.20 g/cm^3

Placa de contrapiso coliseos: Emplear un sistema de placa de contrapiso (espesor según diseño) más una capa de subbase granular tipo invias h=0.30 m.



Figura 6 Representación gráfica de estructura de Placa de contrapiso coliseos

11.1.1 Excavación y Hormigón de Limpieza

Para la construcción de las zapatas, no se deberá efectuar entibado para la excavación de las mismas, para esto se excava una parte de la zanja y las paredes se pulen para dejarlas relativamente lisas. El material procedente de la excavación de las cimentaciones podrá ser utilizado para la nivelación del terreno, siempre y cuando esté libre de escombros, de materiales contaminantes o material con alto índice de plasticidad.

El terreno presenta una superficie plana, en las zonas donde se va a realizar la construcción, se debe retirar todo el material que se encuentra con materia orgánica y buscar la altura recomendadas en donde se encuentra la cota de cimentación, a partir de estas cotas se funden las zapatas aisladas entrelazadas con una viga de cimentación.

Después de efectuar el replanteo de la zapata, se inicia la excavación con una retroexcavadora con cuchara, en el caso de terreno de tránsito, o con martillo en caso de terreno rocoso o conglomerado, reservando el material acopiado para el posterior relleno o para su transporte a vertedero. De acuerdo con el tipo de terreno y a la profundidad de excavación se disponen los taludes necesarios para garantizar su estabilidad.

Al llegar al fondo de la excavación, la misma se nivela y se comprueba si el terreno, considerando las condiciones de tensión admisible del proyecto, es el previsto para efectuar la

cimentación. Las dimensiones de las zapatas deben ser las de los planos, con una tolerancia en + ó - 5 cm.

Antes de verter el hormigón de limpieza, se limpiará el fondo de la excavación quitando cualquier material suelto hasta obtener una plataforma horizontal. En la superficie de la excavación se disponen repartidos uniformemente marcando la cota de hormigón de limpieza coincidiendo con la cota inferior de la zapata. En caso de que sea necesario, se coloca seguidamente el encofrado lateral, comprobando las dimensiones y pendientes.

Luego se coloca el hormigón de limpieza para nivelar el fondo de la excavación y para preparar la colocación de la armadura.

11.1.2 Armaduras

Comprobada la colocación del acero de refuerzo, se efectúa el replanteo de la cota de hormigonado colocando barras de acero o pintando los laterales. Luego se disponen cuerdas entre las marcas para la nivelación de la superficie de hormigón.

Previo a hormigonar, debe limpiarse la superficie de asiento de toda suciedad y materiales sueltos. Se lava la superficie y si quedan charcos, debe eliminarse todo resto de agua. Se hormigona con bomba o grúa con cubilote. El hormigón se coloca con vertido directo, desde una altura menor o igual a 1,5 m., tratando de que no segregue y considerando los factores climáticos (EHE).

Al hormigonar, debe cuidarse que no se produzcan desplazamientos de los encofrados o de las armaduras y tratando que no se formen juntas, coqueras o planos de debilidad dentro de estas secciones. El hormigón se coloca en forma continua o en capas, con esperas cortas para que al colocar la capa siguiente, la anterior aún se encuentre en estado plástico, para evitar la formación de junta fría.

Se compacta el hormigón mediante vibradores de aguja, considerando que la aguja se introduzca profundamente en la masa vertical y debe quitarse con lentitud y a velocidad constante. El hormigón se compacta en tongadas no mayores a 60 cm. Cuando se compacta por tongadas, la aguja del vibrador debe introducirse en la capa inferior entre 10 y 15 cm.

11.1.3 Juntas

Todas las juntas de hormigonado deben preverse en el proyecto. Si se produjera alguna junta no prevista, deberá ejecutarse normalmente en la dirección de los esfuerzos máximos; cuando esto no pueda realizarse, formarán con ella el mayor ángulo que sea posible.

Cuando se interrumpe el hormigonado, superando las 4 ó 6 horas, se limpiará la junta con un chorro a presión de aire y agua o con cualquier otro sistema que realice la correcta limpieza de la lechada superficial, áridos sueltos, etc., para que el árido quede visto.

11.1.4 Curado del Hormigón

El curado se efectúa mediante riego de agua o con líquido especial de curado (filmógeno) durante 7 días seguidos.

Esta operación se realiza en toda la superficie expuesta a continuación del vibrado y enrasado de la superficie final, para evitar la aparición de fisuras de retracción plástica con la pérdida de humedad. Si se emplea película filmógena. la misma se extiende sobre la superficie humedecida y saturada, pero evitando los charcos.

Los paramentos encofrados se curan inmediatamente después de desencofrar.

En los curados con agua, el proceso lleva una duración mínima de 4 días; si las temperaturas son muy bajas, se extiende a 7 días. Si arreciara el viento, hubiera mucho calor o baja humedad ambiente, se intensifican los procesos de curado.

11.1.5 Aspectos para Tener en Cuenta

Las tareas de excavación del fondo y laterales se efectúan inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza, para impedir así que el terreno de cimentación sufra cualquier deterioro. Se procura mantener abierta la excavación el menor tiempo que sea posible.

En el caso en que al excavar las zapatas se comprueba que el cimiento no es el adecuado, se efectuará nuevamente el cálculo de estos.

El fondo de la excavación debe tener planeidad y homogeneidad suficiente para evitar los asientos diferenciales.

Debe cuidarse la excavación controlando que no se vierta hormigón en exceso.

Verificar la estanquiedad de los encofrados para impedir las pérdidas de lechada.

Siempre guardar vibradores de repuesto para la vibración del hormigón.

En los casos en que se requiera, disponer con anterioridad la conexión y red de puesta a tierra.

11.1.6 Criterios de Medición

Hormigón: por volumen en m^3, según planos.
Encofrado: por superficie en m^2, según planos.
Acero Corrugado: por peso en Kg.

11.1.7 Control de Calidad

A fin de poder efectuar un control sobre la ejecución de la zapata, deberá considerarse lo siguiente:

Trabajos de Replanteo.
Comprobar las dimensiones de la zapata.
Verificar el fondo de la excavación.
Verificar las cotas de hormigón de limpieza.
Verificar la correcta colocación de la ferralla.
Comprobar el tipo y calidad del hormigón vertido.
Comprobar probetas de hormigón.
Curado y trazabilidad del hormigón.

11.1.8 Resumen del método constructivo de las zapatas

Se presenta el procedimiento para realizar las zapatas aisladas:

- Trazo y excavación de las zapatas.
- Mejoramiento de relleno con material granular.
- Colocación de una plantilla de concreto de limpieza. F´c=100Kg/cm^2.
- Colocación del acero de refuerzo.
- Colocación del acero vertical del dado de la columna.
- Colocación del acero vertical de la columna.

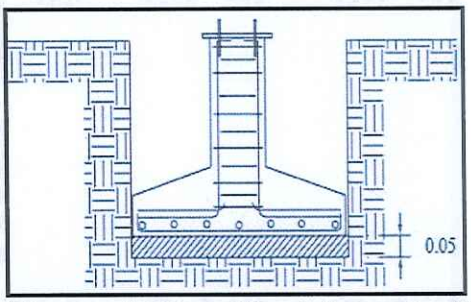


Imagen 17 Representación gráfica de la zapata aislada.

12 ENTIBADO Y TABLESTACADO

Aunque la resolución 2400 del estatuto de seguridad industrial, artículo 616 de 1979 cita que todas las excavaciones cuya profundidad sea mayor que 1,5 m deben ser entibadas, en este caso conocemos el tipo de suelos, conocemos los parámetros de cada estrato y por ese motivo recomendamos que el entibado sea a partir de 2.00m de profundidad. Esta condición no exime a que el personal de obra no cumpla con los requerimientos individuales en cuanto a seguridad y salud en el trabajo.

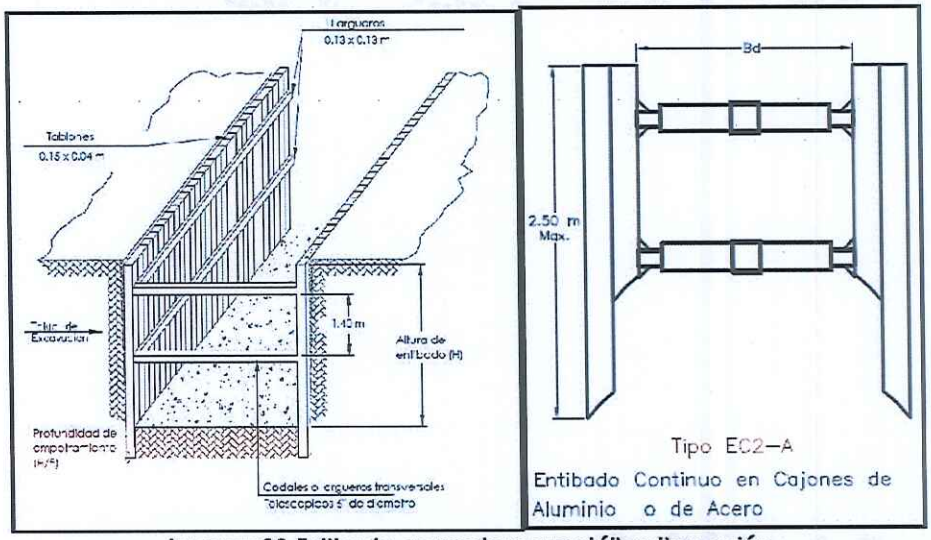


Imagen 18 Entibado en madera y metálico tipo cajón

Se define como entibado al conjunto de medios mecánicos o físicos utilizados en forma transitoria para impedir que una zanja excavada modifique sus dimensiones (geometría) en virtud del empuje de tierras.

Estos elementos típicamente incluyen apoyos verticales colocados a lo largo de la zanja de excavación a una distancia dictada por los análisis y recomendaciones geotécnicas, complementadas por apoyos horizontales que transmiten las cargas del suelo a los apoyos verticales. El entibado puede incorporar elementos de madera, acero, u otro material según lo dispuesto por el ingeniero geotecnista y el estructural.

El constructor debe tener especial cuidado de seguir el proceso constructivo y de utilizar los materiales especificados por el geotecnista de la obra.

Cualquier variación a lo especificado debe ser acordada con el interventor.[6]

Los elementos de un entibado que vienen a ser las piezas que se utilizan, reciben sus nombres de acuerdo con su posición en la zanja, conforme se indica a continuación:

Estacas: Son colocadas en posición vertical. El largo utilizado para clavar la estaca se denomina ficha; si la tierra la empuja directamente se llamarían tablestacas.

Vigas (o tablones): Llamado también soleras, son colocados longitudinalmente y corren paralelas al eje de la zanja.

Puntal: Son colocadas transversalmente, cortan el eje de la zanja y transmiten la fuerza resultante del empuje de la tierra desde un lado de la zanja para el otro. Se acostumbran a emplear como puntales rollizos.

Para la mayoría de los casos tenemos la madera (ocho, pino u otro tipo de madera de construcción). En casos de mayor responsabilidad y de grandes empujes se combina el uso de perfiles de hierro con madera, o solamente perfiles, y muy eventualmente el concreto armado.

Madera: Son piezas de dimensiones conocidas de 1" x 6"; 1" x 8"; 1" x 10", o en su caso de 2" x 6"; 2" x 8"; 2" x 10" y para listones de 2" x 4"; 3" x 4".

Las piezas pueden tener los bordes preparados para ensamble hembra y macho. Se usarán también como puntales, rollizos en diámetros mínimos de 4" y 6".

Acero: Son piezas de acero laminado en perfiles tipo "I" o "H" o perfiles compuestos de los anteriores, soldados (ejemplo doble II) o en perfiles de sección especial, lo que se denomina Estaca-Plancha metálica (tablestaca) en este último caso pueden ser de ensamble normalizado.

Las dimensiones son suministradas con dimensiones normalizadas, típicas para cada fabricante (Metal flex, Armco, Bethlem Steel, etc.).

[6] RAS-2000 "Aspectos Generales"

Los más utilizados son los perfiles "I" de 6"; 8" y el perfil "H" de 6" x 6". Se utilizarán también tablestacas de palanca, y tubos huecos en montaje telescópico, que pueden ser trabados por rosca o presión de aceite.

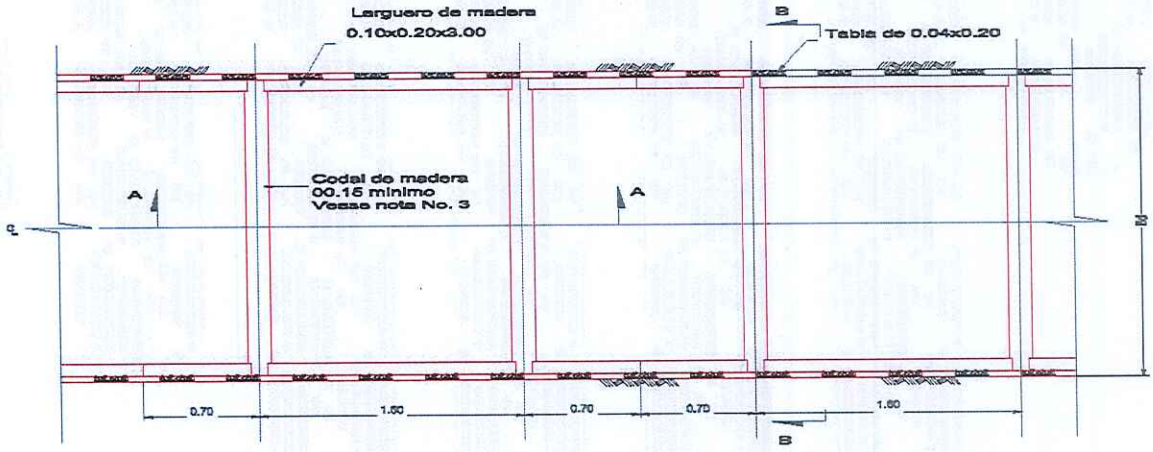
12.1 Entibado para excavaciones de hasta <2.00m

Para estas alturas no recomendamos la utilización de entibado, se deja a criterio del ingeniero geotecnista de la obra que avale esta recomendación o en su defecto lo realice (esto dependerá de las condiciones de cuando se realicen las excavaciones).

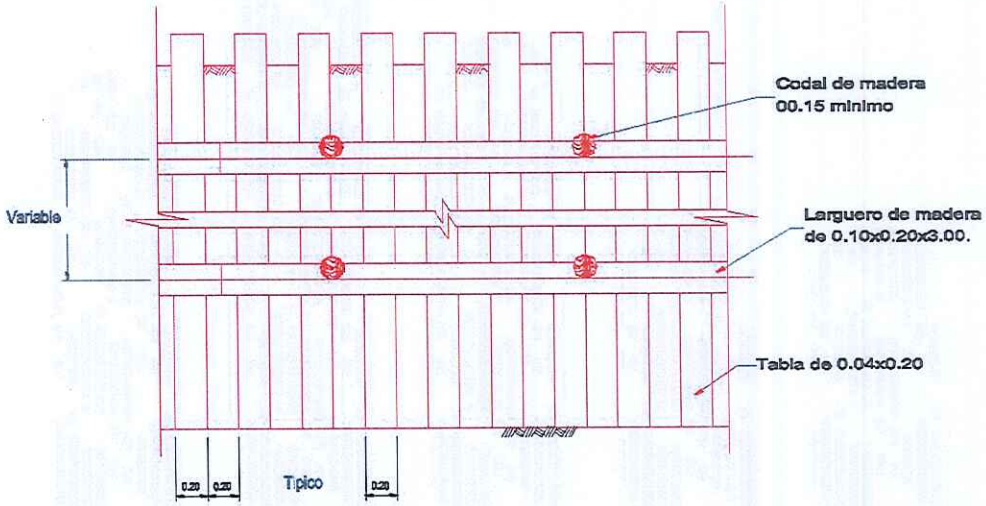
12.2 Entibado para excavaciones entre 2.00 y 3.00m

Para esta altura de excavación recomendamos entibado en madera.

Para este entibado se necesita:

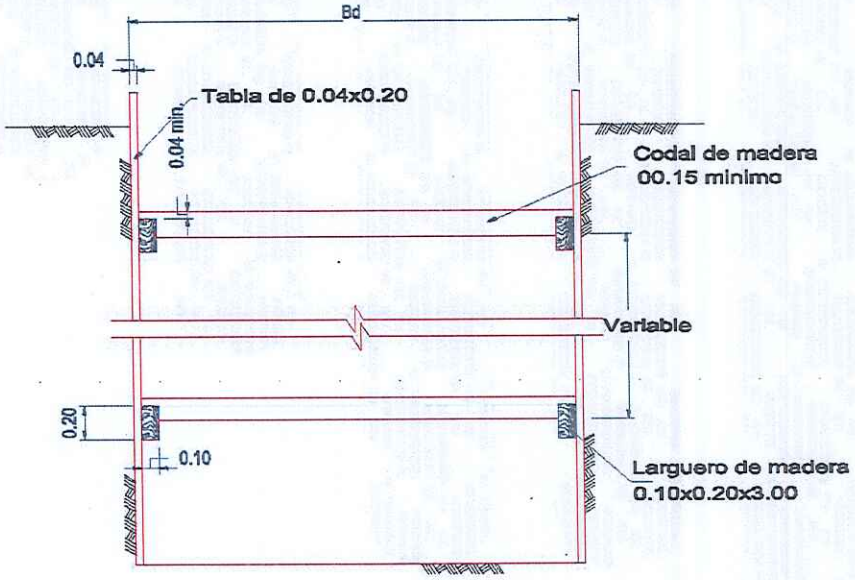


PLANTA
ENTIBADO DISCONTINUO EN MADERA TIPO 1A



CORTE A–A

CORTE DE ENTIBADOS



CORTE B–B Y D–D

NOTAS:

1- Todas las dimensiones no especificadas de los entibados estan dadas en metros.

2- Cada uno de los diferentes tipos de entibados se deberan utilizar cuando se cumplan la siguientes condiciones:

ENTIBADO TIPO 1A: Cuando no existan construcciones cercanas a las areas donde se ejecutaran las excavaciones y en general cuando no se presenten condiciones que puedan desestabilizar las paredes de la excavación y la profundidad de la excavación sea menor a 2m

ENTIBADO TIPO 1B: Cuando se encuentran estructuras proximas a la excavacion, cimentadas superficialmente, nivel freatico se presenta por encima del fondo de la excavación y hay materiales que se puedan erosionar o inestabilizar. Aplicable para excavaciones mayores o iguales a 2m.

3- Para los entibados tipos 1A y 1B se podran reemplazar los Codales de madera por codales metalicos telescopicos.

4- Todos los concretos de estructuras son de 3000 P.S.I y los refuerzos de 60.000 P.S.I

5- Los ganchos para los pasos deben ser de 3/4 " cada 0.30 m. y pintados con doble capa de anticorrocivo y doble capa de pintura epoxica.

Imagen 19 Entibado en madera recomendado

12.3 Entibado para excavaciones de 3.00 a 4.00m

Se recomienda utilizar entibado metálico tipo cajón para los primeros metros 2.00m a partir de la base de la excavación, el terreno restante se manejará con corte del talud de relación 1H:2V.

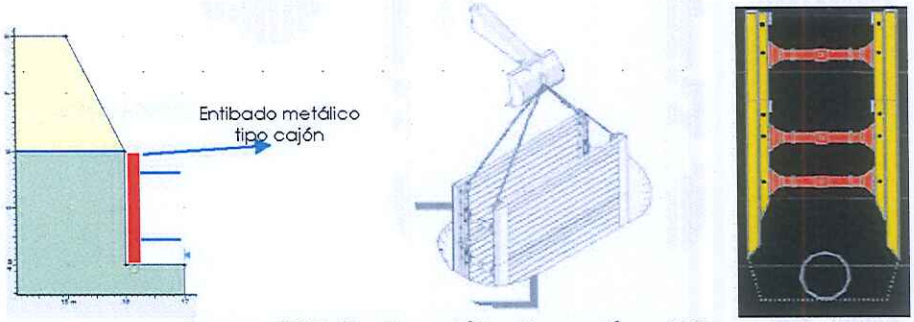


Imagen 20 Entibado metálico tipo cajón a 4.00m

El entibado metálico tipo cajón consta de 2 paneles base de 3.50m x 2.40m, 2 paneles realza de 3.50m x 1.30m para una altura entibada de 3.70m. 2 paneles unidos entre si mediante riostras regulables en su extensión. El ancho interior varía entre 1.0m y 1.20m.

12.4 Entibado para excavaciones de 4.00 a 5.00m

Se recomienda utilizar entibado metálico tipo cajón para los primeros metros 3.00m a partir de la base de la excavación, el terreno restante se manejará con corte del talud de relación 1H:2V.

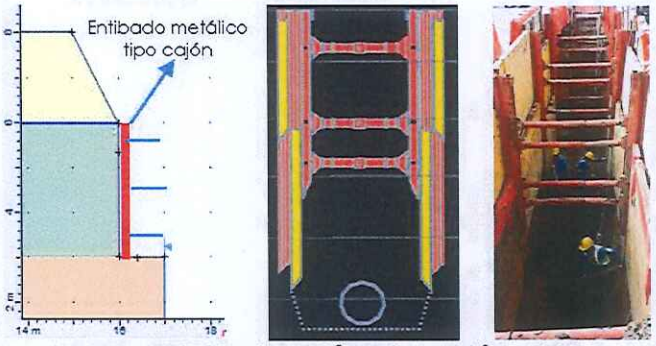


Imagen 21 Entibado metálico tipo cajón a 5.00m

El entibado metálico tipo cajón corredera a esta profundad consta de 2 paneles base de 3.50m x 2.40m, los paneles se deslizan por un riel doble corredera, instalando el panel superior por la parte externa del riel y el panel inferior por la parte interna. Se extraen los paneles inferiores sin mover los superiores. Ancho interior varía entre 1.20 y 1.50m.

13 EXCAVACIÓN DE ZANJAS

Para la excavación de las zanjas el constructor deberá seguir las siguientes recomendaciones:

- Se deberán realizar cortes de pavimento con sierra o cortadora, el ancho depende de la altura de cimentación de la tubería, para esta actividad se recomienda que los constructores junto con la interventoría realicen un tramo de prueba pequeño en donde se definan los posibles anchos de excavación para así poder proyectar los cortes definitivos de los tramos de red.

- Las zanjas se deberán excavar de acuerdo con una línea de eje, respetándose el alineamiento y las cotas indicadas en el diseño.

- La excavación deberá estar próxima a la pendiente de la base de la tubería, dejando el aplanamiento de los desniveles del terreno y la nivelación del fondo de la zanja por cuenta de la excavación manual.

- El material excavado deberá ser colocado a una distancia tal que no comprometa la estabilidad de la zanja y que no propicie su regreso a la misma, sugiriéndose una distancia del borde de la zanja equivalente a la profundidad del tramo no entibado, no menor de 2.0 m.

- Tanto la propia excavación como el asentamiento de la tubería deberán ejecutarse en un ritmo tal que no permanezcan cantidades excesivas de material excavado en el borde de la zanja, lo que dificultaría el tráfico de vehículos y de peatones.

- El ancho de las zanjas dependerá del tamaño de los tubos, profundidad de la zanja, taludes de las paredes laterales, naturaleza del terreno y consiguiente necesidad o no.

- El ancho de la zanja deberá ser uniforme en toda la longitud de la excavación y en general debe obedecer a las recomendaciones del proyecto.
- Cuando se hace el entibado de zanjas, lo que se debe considerar como ancho útil es al espacio que existe entre las paredes del entibado, excluyendo el espesor del mismo.
- En caso de reposiciones o reparación de redes y cuando el terreno se encuentre en buenas condiciones, se excavará hasta una profundidad mínima de 0,15 m por debajo del cuerpo de la tubería extraída.
- Las excavaciones no deberán efectuarse con demasiada anticipación a la instalación de las tuberías, para evitar derrumbes y accidentes.

14 OBSERVACIONES

14.1 Recomendaciones Placa De Contrapiso

- El Constructor, antes de cualquier movimiento de tierra, tendrá especial cuidado establecer las nivelaciones previas para determinar las cubicaciones del caso.
- Las excavaciones se ejecutarán manual ó mecánicamente con el equipo apropiado de acuerdo con la magnitud y programación de la obra. La decisión se tomará en conjunto entre el Constructor y el Interventor.
- Los rellenos se ejecutarán a los niveles de compactación exigidos por la norma como material de relleno.
- Las placas de contrapiso serán fundidas sobre una capa de 10 centímetros de material granular debidamente compactada al 90 % del proctor modificado.
- La placa de contrapiso es un elemento no estructural. En la mayoría de los proyectos las instalaciones hidráulicas y eléctricas van embebidas en el concreto de la placa, por lo que su montaje hace parte del procedimiento general seguido en varias obras.

14.2 Drenaje

En el terreno no se encontró registro de nivel freático, se recomienda drenar una zanja cuando existe agua en ella (bien sea causada por lluvias, fuga de tuberías o nivel freática) que perjudique la construcción de las redes de alcantarillado.

Durante el periodo de excavación hasta su terminación e inspección final y aceptación, se deberá proveer de medios y equipos adecuados mediante los cuales se pueda extraer prontamente el agua.

Se deberá mantener seco permanentemente el fondo de la zanja hasta que el material que compone la unión de la tubería alcance el punto de estabilización.

La disminución del nivel freático, en el caso de suelos arcillosos puede hacerse con el sistema de bombeo instalado dentro de las zanjas estacadas con entibado abierto.

En casos de suelos de mayor permeabilidad, el entibado cerrado, combinado con la disminución del agua por bombeo, en general, son aceptables.

El agua retirada a través de bombas deberá ser dirigida hacia canaletas para aguas pluviales o a zanjas próximas, normalmente por medio de surcos, evitándose la inundación de las áreas vecinas al lugar de trabajo.

15 CONCLUSIONES

- El municipio de Villavicencio es catalogado según la NSR-10 como una zona de riesgo sísmico alto.
- El predio tiene una superficie plana con diferencias de nivel mínima.
- No se encontró registro de nivel freático.
- Según la NSR-10 el tipo de suelo para este proyecto se clasifica como Grupo III — edificaciones de atención a la comunidad, Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en grupo IV. El coeficiente de importancia para este proyecto es 1.25.
- La capacidad de carga admisible, los asentamientos y la altura de cimentación recomendada para las zapatas es la siguiente:

Edificación	Tipo de cimentación
Coliseo menor	Zapatas aisladas a 2.00 m (h1) + 0.30 m (h2) de mejoramiento con materia seleccionado Tmax 3" y como soporte de la placa de piso un mejoramiento de 0.20 con material seleccionado Tmax 2"
Placa de contrapiso de los coliseos	Placa de contrapiso (espesor según diseño) + una capa de 0.30 de subbase granular tipo invias

- La carga máxima entregada por el diseñador estructural es de 50 ton /m2 se recomienda emplear zapatas aisladas de mínimo 2.0 x 2.0 m
- El suelo de cimentación se clasifica como A-6 CL material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena color café y A-2-4 SM material sedimentario compuesto por arena limosa color café.
- La localización de los sondeos se presenta en el anexo 47, según los requerimientos s de NSR10.
- Se debe retirar todos aquellos desechos orgánicos que se encontraron el día en que se realizaron los sondeos, nivelar el terreno y si es necesario reemplazar el material que se encuentre contaminado con materia orgánica por un material no cohesivo y compactarlo.

- Para el cálculo de la capacidad portante se tuvo en cuenta los menores registros del ensayo penetración estándar (SPT) a diferentes profundidades.
- El presente documento cumple los términos de la Norma NSR-10, vigente en el aspecto de un estudio geotécnico.
- Este documento puede ser utilizado para la licencia de construcción del exclusivamente del lote en estudio.
- Esta oficina siempre estará disponible para cualquier consulta y asesoría en el proceso de diseño.
- Los resultados que se presentan en este informe se basan en las características del subsuelo explotado, los resultados de laboratorio y los análisis siguiendo las teorías y normas más recientes y aceptadas en el campo de la ingeniería de cimentaciones. Las anteriores conclusiones y recomendaciones deben interpretarse en conjunto con las observaciones y recomendaciones planteadas en todo el texto.

OTRAS RECOMENDACIONES

En el momento de la ejecución de las obras es necesario programar las actividades de tal manera que las excavaciones permanezcan abiertas el menor tiempo posible con el fin de evitar la degradación de las propiedades del suelo de fundación. Si una vez alcanzada la profundidad de cimentación se encuentra materia orgánica, rellenos de basura y/o desechos de construcción, es necesario retirarlos en su totalidad y reemplazarlos por material seleccionado debidamente compactado.

Si las edificaciones continuas se pueden ver afectadas durante la construcción por diversas causas asociadas a los procesos de construcción, se recomienda levantar un acta de vecindades, documentada con fotos y videos con el fin de evitar que se adjudiquen a la nueva construcción daños existentes no ocasionados por las obras en construcción.

Si durante las etapas de diseño y construcción se encuentran condiciones del subsuelo diferentes a las descritas como típicas en este informe se dará aviso oportuno a NHSQ INGENIERIA para complementar la información: conclusiones y recomendaciones.

16 BIBLIOGRAFÍA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10, "Titulo H", Bogotá D.C., 2007

Anexo 1 Registro Fotográfico

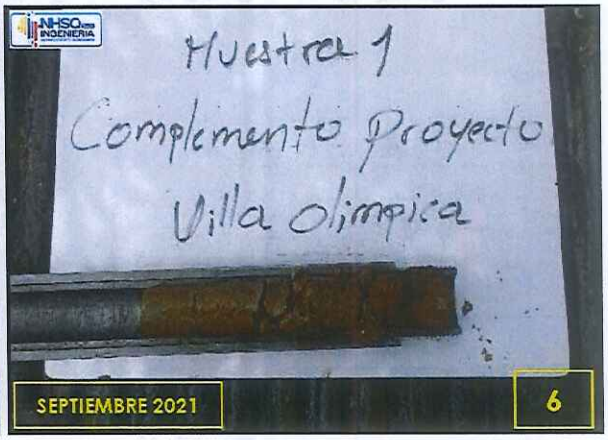

SEPTIEMBRE 2021
1


SEPTIEMBRE 2021
2


Muestra 1
Complemento Proyecto
Villa olimpica
SEPTIEMBRE 2021
3

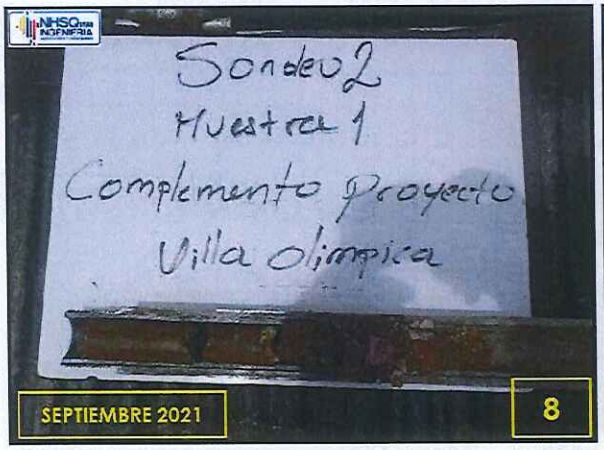

SEPTIEMBRE 2021
4


SEPTIEMBRE 2021
5


Muestra 1
Complemento Proyecto
Villa olimpica
SEPTIEMBRE 2021
6


SEPTIEMBRE 2021
6

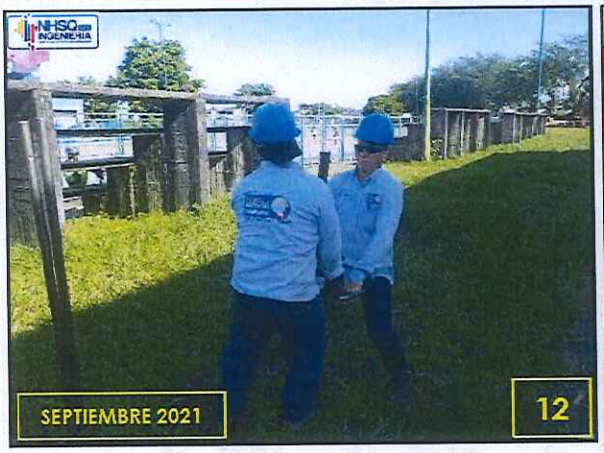

SEPTIEMBRE 2021
7


Sondeo2
Muestra 1
Complemento Proyecto
Villa olimpica
SEPTIEMBRE 2021
8


SEPTIEMBRE 2021
49


SEPTIEMBRE 2021
10


Sondeo3
Muestra 1
Complemento Proyecto
Villa Olimpica
SEPTIEMBRE 2021
11













En las imágenes 1 a 17 se muestran los trabajos exploratorios de campo

Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S1

LABORATORIO DE SUELOS ,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

SONDEO 1

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-035	

OBJETO :	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.								MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO
									DEPARTAMENTO:	META
									O.T/MUESTRA N°:	EG-044-W918-21
									FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	NIT:	900220547-5	COORDENADAS:	NORTE (N):	4°	8 '	25.6 "	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
SITIO:	COLISEO MENOR				OESTE (O):	73°	37 '	9.2 "	SONDEO:	1

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	LP	IP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %		gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45									
			MATERIA ORGANICA													
			MATERIAL ARCILLOSO													
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ	2	2	4	6	0.50-0.95	5.7%	30.00	16.00	14.00	GRAVA	6.21	1.75	1.66
				5	4	5	9	1.00-1.45					ARENA	36.74		
2.00				10	10	9	19	1.50-1.95					FINOS	57.05		
													SUMA	100.00		
		D		12	14	12	27	2.00-2.45								
3.00				20	21	24	45	2.50-2.95								
				20	21	24	45	3.00-3.45								
4.00			A-2-4 SM MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO Y CAFÉ	21	21	24	45	3.50-3.95	5.3%	--	--	N.P.	GRAVA	4.00	1.75	1.66
				23	21	25	46	4.00-4.45					ARENA	51.53		
5.00				20	21	24	45	4.50-4.95					FINOS	44.47		
				22	24	24	48	5.00-5.45					SUMA	100.0		
6.00				24	25	25	50	5.50-5.95								

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

ELABORO:

HAIVER DAVID OLIVO

Ingeniero Civil

REVISO Y APROBO:

Ing. NESTOR SUAREZ QUIÑONES

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.	O.T/MUESTRA Nº:	EG-044-W918-21
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5	FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN	MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº: 1	MUESTRA Nº: 1	PROFUNDIDAD (m): 0.50-1.50	SITIO: COLISEO MENOR

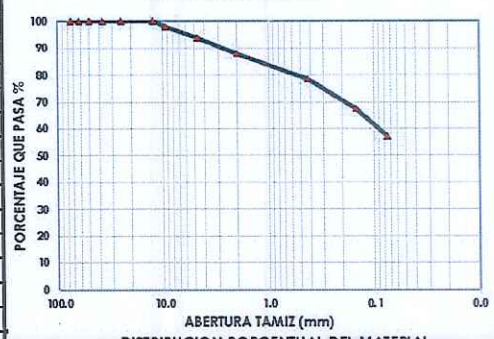
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	57.0%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	598.6
HUMEDAD NATURAL (%)	5.7%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	566.2
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	257.1
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	6.0
MASA INICIAL HUMEDA(g)	632.5
MASA FINAL SECA(g)	598.6
HUMEDAD NATURAL (%)	5.7%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arcilloso				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena				

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	12.3	2.1	2.1	98
Nº4	4.75	24.9	4.2	6.2	94
Nº10	2.00	35.5	5.9	12.1	88
Nº40	0.425	56.6	9.5	21.6	78
Nº100	0.15	65.3	10.9	32.5	67
Nº200	0.075	62.5	10.4	43.0	57
FONDO		341.5	57.0	100.0	0
SUMATORIA		598.6	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA



DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	6.2%	ARENA	36.7%	FINOS	57.0%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	14	28	37			
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	24.5	22.8	26.9	21.5	27.8	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	17.9	17.6	22.2	18.6	24.0	
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2	6.6	5.2	4.7	2.9	3.8	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc	17.9	17.6	22.2	18.6	24.0	
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100	36.9	29.8	21.3	15.6	15.9	

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	30
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	14
% PASA TAMIZ No 200:	57

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					O.T/MUESTRA Nº:	EG-044-W918-21
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5					FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	1	MUESTRA Nº:	2	PROFUNDIDAD (m):	1.50-6.00	SITIO:	COLISEO MENOR

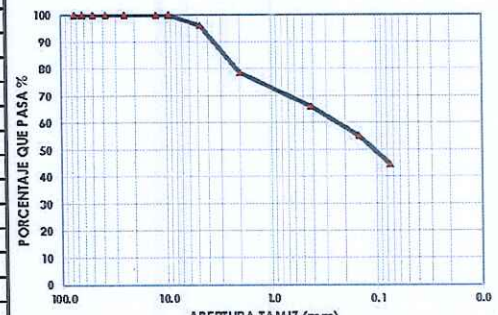
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	44.5%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	369.9
HUMEDAD NATURAL (%)	5.3%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	351.2
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	205.4
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL HUMEDA(g)	389.6
MASA FINAL SECA(g)	369.9
HUMEDAD NATURAL (%)	5.3%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-2-4				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arenoso				
S.U.C.S	SM				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arena limosa				

TAMIZ		MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
Pulg	mm				
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
Nº4	4.75	14.8	4.0	4.0	96
Nº10	2.00	64.5	17.4	21.4	79
Nº40	0.425	46.5	12.6	34.0	66
Nº100	0.15	39.8	10.8	44.8	55
Nº200	0.075	39.8	10.8	55.5	44
FONDO		164.5	44.5	100.0	0
SUMATORIA		369.9	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA



DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	4.0%	ARENA	51.5%	FINOS	44.5%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)						
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	N.L.			N.P.		
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)						
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2						
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc						
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100						

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	–
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	–
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	N.P.
% PASA TAMIZ No 200:	44

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S2

LABORATORIO DE SUELOS ,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

SONDEO 2

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-035	

OBJETO :	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.								**MUNICIPIO:**	VILLAVICENCIO
									DEPARTAMENTO:	META
									O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
									FECHA DE REGISTRO:	JULIO DE 2018
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	**NIT:**	900220547-5	**COORDENADAS:**	**NORTE (N):**	4 °	8 '	25.4 "	**FECHA DE ENTREGA:**	JULIO DE 2018
SITIO:	COLISEO MENOR				**OESTE (O):**	73 °	37 '	6.6 "	**SONDEO:**	2

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	LP	IP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIA ORGANICA												
			MATERIAL ARCILLOSO												
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ	9	5	8	13	0.50-0.95	15.2%	32.7	19.3	13.4	GRAVA 5.21 ARENA 25.62 FINOS 69.17 SUMA 100.00	1.75	1.52
				11	10	10	20	1.00-1.45							
2.00				12	10	13	23	1.50-1.95							
		D	A-2-4 SM MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO Y CAFÉ	13	14	16	30	2.00-2.45	10.8%	--	--	N.P.	GRAVA 14.35 ARENA 54.46 FINOS 31.19 SUMA 100.0	1.75	1.58
3.00				15	17	18	35	2.50-2.95							
				16	18	19	37	3.00-3.45							
4.00				18	20	21	41	3.50-3.95							
				20	21	24	45	4.00-4.45							
5.00				22	23	25	48	4.50-4.95							
				24	24	23	47	5.00-5.45							
6.00				24	25	23	48	5.50-5.95							

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

ELABORO:

HAIVER DAVID OLIVO

Ingeniero Civil

REVISO Y APROBO:

Ing. NESTOR SUAREZ QUIÑONES

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO.META.					**O.T/MUESTRA Nº:**	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					**FECHA DE REGISTRO:**	JULIO DE 2018
NIT:	900220547-5					**FECHA DE ENTREGA:**	JULIO DE 2018
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					**MUNICIPIO/DPTO:**	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	2	**MUESTRA Nº:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.50-2.00	**SITIO:**	COLISEO MENOR

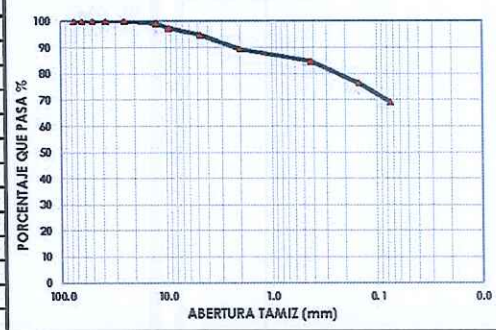
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	69.2%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	205.6
HUMEDAD NATURAL (%)	15.2%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	178.5
MASA FINAL DESPUES DE LAVADO (g)	63.4
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	5.8
MASA INICIAL HUMEDA(g)	62.5
MASA FINAL SECA(g)	55.0
HUMEDAD NATURAL (%)	15.2%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arcilloso				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena				

TAMÍZ Pulg	TAMÍZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	1.9	0.9	0.9	99
3/8"	9.5	3.5	1.7	2.7	97
Nº4	4.75	5.2	2.6	5.2	95
Nº10	2.00	11.0	5.4	10.6	89
Nº40	0.425	9.7	4.7	15.3	85
Nº100	0.15	17.1	8.3	23.6	76
Nº200	0.075	14.9	7.2	30.8	69
FONDO		142.2	69.2	100.0	0
SUMATORIA		205.6	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

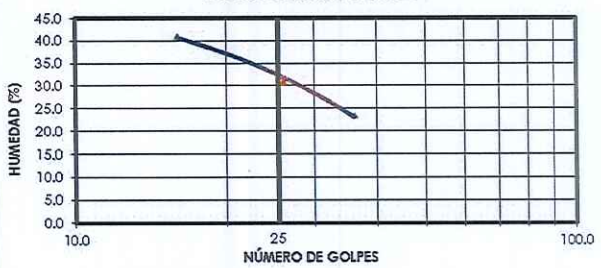


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	5.2%	ARENA	25.6%	FINOS	69.2%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	16	26	36			
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)	6.20	5.45	6.74	6.44	6.79	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	38.07	37.77	34.63	20.24	19.88	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	28.80	30.12	29.34	18.20	17.58	
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2	9.3	7.6	5.3	2.0	2.3	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc	22.6	24.7	22.6	11.8	10.8	
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100	41.0	31.0	23.4	17.3	21.3	

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	32.7
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	19.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	13.4
% PASA TAMIZ No 200:	69.2

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					FECHA DE REGISTRO:	JULIO DE 2018
NIT:	900220547-5					FECHA DE ENTREGA:	JULIO DE 2018
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	2	MUESTRA Nº:	2	PROFUNDIDAD (m):	2.00-6.00	SITIO:	COLISEO MENOR

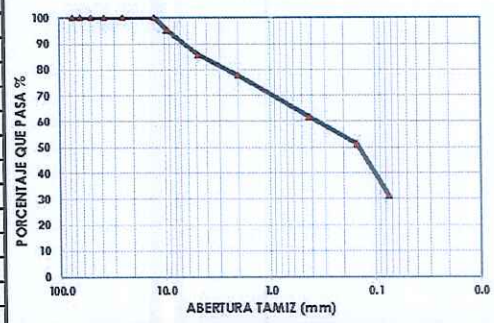
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	31.2%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	253.4
HUMEDAD NATURAL (%)	10.8%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	228.7
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	174.4
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	6.2
MASA INICIAL HUMEDA(g)	55.5
MASA FINAL SECA(g)	50.7
HUMEDAD NATURAL (%)	10.8%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-2-4				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arenoso				
S.U.C.S	SM				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arena limosa				

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	12.1	4.8	4.8	95
Nº4	4.75	24.2	9.6	14.4	86
Nº10	2.00	20.1	7.9	22.3	78
Nº40	0.425	40.5	16.0	38.2	62
Nº100	0.15	26.8	10.6	48.8	51
Nº200	0.075	50.7	20.0	68.8	31
FONDO		79.0	31.2	100.0	0
SUMATORIA		253.4	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

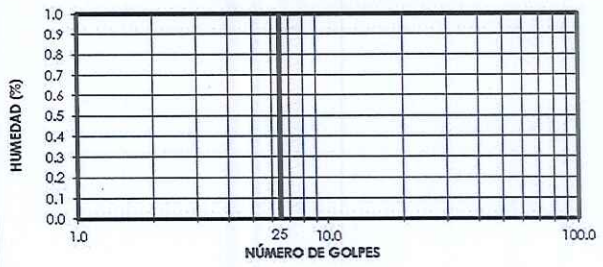


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	14.4%	ARENA	54.5%	FINOS	31.2%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)						
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	N.L.			N.P.		
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)						
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2						
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc						
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100						

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	–
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	–
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	N.P.
% PASA TAMIZ No 200:	31.2

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S3

LABORATORIO DE SUELOS ,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

SONDEO 3

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-035	

OBJETO :	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.								MUNICIPIO:	VILLAVICENCIO
									DEPARTAMENTO:	META
									O.T/MUESTRA N°:	EG-058-2152-18
									FECHA DE REGISTRO:	JULIO DE 2018
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	NIT:	900220547-5	COORDENADAS:	NORTE (N):	4 °	8 '	25.0 "	FECHA DE ENTREGA:	JULIO DE 2018
SITIO:	COLISEO MENOR				OESTE (O):	73 °	37 '	7.4 "	SONDEO:	3

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	LP	IP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %		gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45									
			MATERIA ORGANICA													
			MATERIAL ARCILLOSO													
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ	7	5	4	9	0.50-0.95	20.1%	33.6	23.3	10.3	GRAVA	4.94	1.75	1.46
													ARENA	24.13		
				10	7	6	13	1.00-1.45					FINOS	70.93		
2.00				11	10	9	19	1.50-1.95					SUMA	100.00		
		D	A-2-4 SM MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO Y CAFÉ						14.6%	--	--	N.P.	GRAVA	11.51	1.75	1.53
				14	11	12	23	2.00-2.45					ARENA	56.31		
3.00				14	13	13	26	2.50-2.95					FINOS	32.18		
				17	15	16	31	3.00-3.45					SUMA	100.0		
4.00				17	14	19	33	3.50-3.95								
				18	17	20	37	4.00-4.45								
5.00				20	19	22	41	4.50-4.95								
				22	20	23	43	5.00-5.45								
6.00				23	24	24	48	5.50-5.95								

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

ELABORO:

HAIVER DAVID OLIVO

Ingeniero Civil

REVISO Y APROBO:

Ing. NESTOR SUAREZ QUIÑONES

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.	O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	FECHA DE REGISTRO:	JULIO DE 2018
NIT:	900220547-5	FECHA DE ENTREGA:	JULIO DE 2018
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN	MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº: 3	MUESTRA Nº: 1	PROFUNDIDAD (m): 0.50-2.00	SITIO: COLISEO MENOR

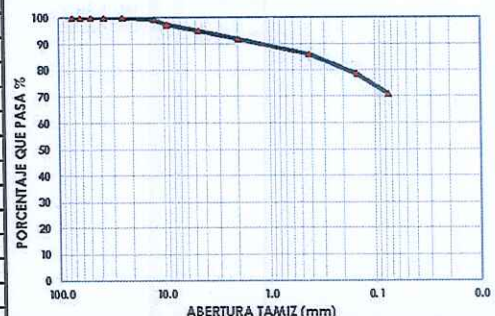
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	70.9%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	153.3
HUMEDAD NATURAL (%)	20.1%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	127.7
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	44.6
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	6.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	54.6
MASA FINAL SECA(g)	46.5
HUMEDAD NATURAL (%)	20.1%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arcilloso				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena				

TAMÍZ Pulg	TAMÍZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	1.4	0.9	0.9	99
3/8"	9.5	2.7	1.8	2.7	97
Nº4	4.75	3.5	2.3	4.9	95
Nº10	2.00	4.8	3.1	8.0	92
Nº40	0.425	9.2	6.0	14.0	86
Nº100	0.15	11.5	7.5	21.5	78
Nº200	0.075	11.6	7.6	29.1	71
FONDO		108.7	70.9	100.0	0
SUMATORIA		153.3	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

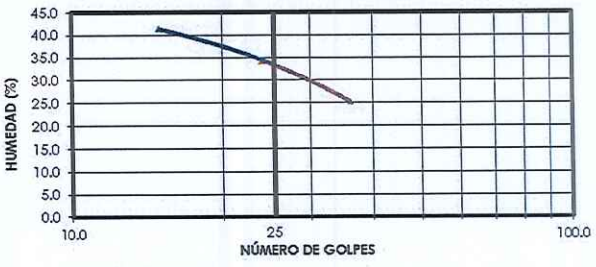


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	4.9%	ARENA	24.1%	FINOS	70.9%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	24	36			
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)	6.62	5.75	6.01	6.51	6.94	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	38.11	34.08	39.63	18.78	20.43	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	28.89	26.86	32.84	16.33	18.02	
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2	9.2	7.2	6.8	2.4	2.4	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc	22.3	21.1	26.8	9.8	11.1	
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100	41.4	34.2	25.3	24.9	21.8	

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	33.6
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	23.3
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	10.3
% PASA TAMIZ No 200:	70.9

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					**O.T/MUESTRA Nº:**	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					**FECHA DE REGISTRO:**	JULIO DE 2018
NIT:	900220547-5					**FECHA DE ENTREGA:**	JULIO DE 2018
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					**MUNICIPIO/DPTO:**	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	3	**MUESTRA Nº:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	2.00-6.00	**SITIO:**	COLISEO MENOR

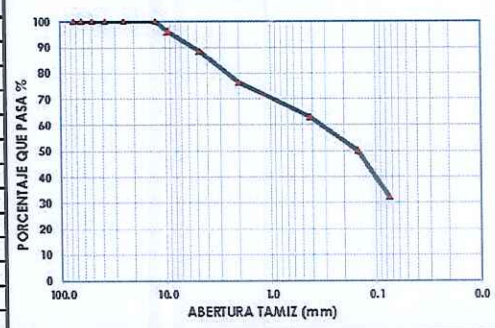
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	32.2%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	226.2
HUMEDAD NATURAL (%)	14.6%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	197.5
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	153.4
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	5.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	62.2
MASA FINAL SECA(g)	55.0
HUMEDAD NATURAL (%)	14.6%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-2-4				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arenoso				
S.U.C.S	SM				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arena limosa				

TAMÍZ Pulg	TAMÍZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	9.0	4.0	4.0	96
Nº4	4.75	17.0	7.5	11.5	88
Nº10	2.00	27.3	12.1	23.6	76
Nº40	0.425	30.2	13.3	36.9	63
Nº100	0.15	29.5	13.0	50.0	50
Nº200	0.075	40.4	17.9	67.8	32
FONDO		72.8	32.2	100.0	0
SUMATORIA		226.2	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

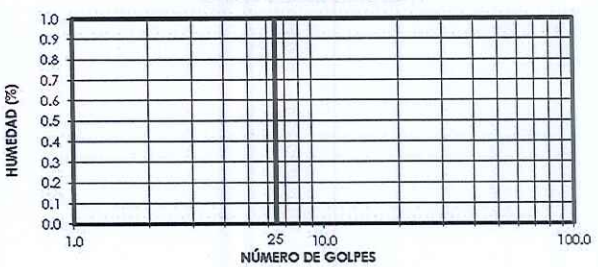


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	11.5%	ARENA	56.3%	FINOS	32.2%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)						
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	N.L.			N.P.		
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)						
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2						
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc						
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100						

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	–
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	–
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	N.P.
% PASA TAMIZ No 200:	32.2

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 5 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S4

LABORATORIO DE SUELOS ,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

SONDEO 4

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-035	

OBJETO :	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.								**MUNICIPIO:**	VILLAVICENCIO
									DEPARTAMENTO:	META
									O.T/MUESTRA N°:	EG-044-W918-21
									FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	**NIT:**	900220547-5	**COORDENADAS:**	**NORTE (N):**	4°	8 '	24.4 "	**FECHA DE ENTREGA:**	SEPTIEMBRE DE 2021
SITIO:	COLISEO MENOR				**OESTE (O):**	73°	37 '	4.2 "	**SONDEO:**	4

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	LP	IP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIA ORGANICA												
			MATERIAL ARCILLOSO												
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ	2	2	4	6	0.50-0.95	6.2%	35.00	19.00	16.00	GRAVA 9.74 ARENA 37.53 FINOS 52.72 SUMA 100.00	1.75	1.65
				5	5	4	9	1.00-1.45							
2.00				10	7	9	16	1.50-1.95							
		D	A-2-4 SM MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO Y CAFÉ	12	14	17	27	2.00-2.45	7.1%	--	--	N.P.	GRAVA 7.11 ARENA 58.41 FINOS 34.48 SUMA 100.0	1.75	1.63
3.00				15	14	18	32	2.50-2.95							
				20	14	17	31	3.00-3.45							
4.00				21	21	24	45	3.50-3.95							
				20	21	24	45	4.00-4.45							
5.00				20	21	24	45	4.50-4.95							
				22	21	25	46	5.00-5.45							
6.00				23	24	25	49	5.50-5.95							

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

ELABORO:

HAIVER DAVID OLIVO

Ingeniero Civil

REVISO Y APROBO:

Ing. NESTOR SUAREZ QUIÑONES

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					**O.T/MUESTRA Nº:**	EG-044-W918-21
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					**FECHA DE REGISTRO:**	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5					**FECHA DE ENTREGA:**	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					**MUNICIPIO/DPTO:**	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	4	**MUESTRA Nº:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	0.50-1.50	**SITIO:**	COLISEO MENOR

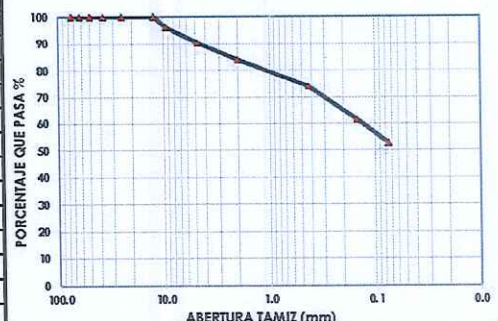
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	52.7%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	684.5
HUMEDAD NATURAL (%)	6.2%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	644.6
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	323.6
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	6.0
MASA INICIAL HUMEDA(g)	726.5
MASA FINAL SECA(g)	684.5
HUMEDAD NATURAL (%)	6.2%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	–	D30	–	D60	–
Cc	–	Cu	–		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arcilloso				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena				

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	26.8	3.9	3.9	96
Nº4	4.75	39.9	5.8	9.7	90
Nº10	2.00	43.5	6.4	16.1	84
Nº40	0.425	69.0	10.1	26.2	74
Nº100	0.15	84.5	12.3	38.5	61
Nº200	0.075	59.9	8.8	47.3	53
FONDO		360.9	52.7	100.0	0
SUMATORIA		684.5	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA



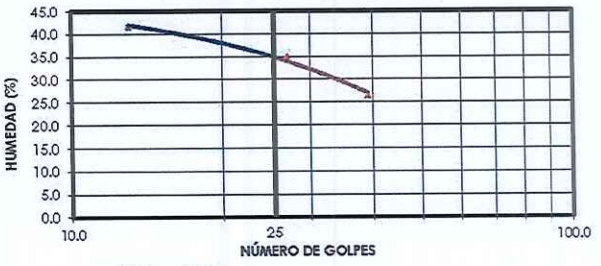
DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL MATERIAL

GRAVA	9.7%	ARENA	37.5%	FINOS	52.7%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	13	27	39			
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	26.7	28.8	29.8	22.7	25.8	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	18.9	21.3	23.6	18.9	21.7	
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2	7.8	7.5	6.2	3.8	4.1	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc	18.9	21.3	23.6	18.9	21.7	
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100	41.5	34.9	26.5	19.8	19.1	

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	35
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	16
% PASA TAMIZ No 200:	53

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					O.T/MUESTRA Nº:	EG-044-W918-21
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5					FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	4	MUESTRA Nº:	2	PROFUNDIDAD (m):	1.50-6.00	SITIO:	COLISEO MENOR

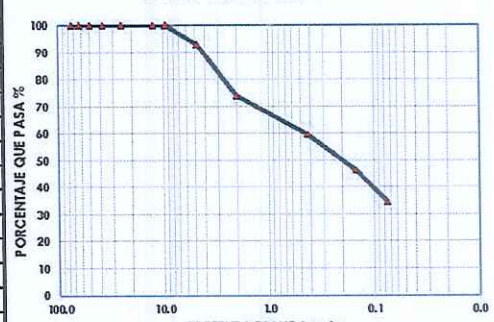
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	34.5%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	185.6
HUMEDAD NATURAL (%)	7.1%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	173.3
MASA FINAL DESPUES DE LAVADO (g)	121.6
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL HUMEDA(g)	198.8
MASA FINAL SECA(g)	185.6
HUMEDAD NATURAL (%)	7.1%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	–	D30	–	D60	–
Cc	–	Cu	–		
AASHTO	A-2-4				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arenoso				
S.U.C.S	SM				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arena limosa				

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	0.0	0.0	0.0	100
Nº4	4.75	13.2	7.1	7.1	93
Nº10	2.00	35.2	19.0	26.1	74
Nº40	0.425	26.8	14.4	40.5	59
Nº100	0.15	24.4	13.1	53.7	46
Nº200	0.075	22.0	11.9	65.5	34
FONDO		64.0	34.5	100.0	0
SUMATORIA		185.6	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA



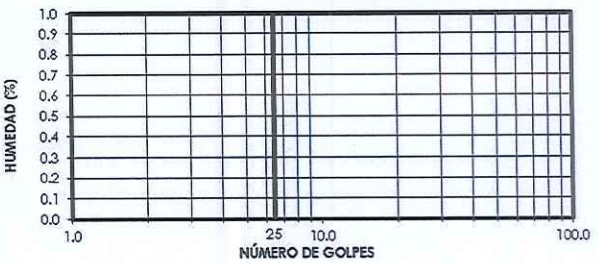
DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL MATERIAL

GRAVA	7.1%	ARENA	58.4%	FINOS	34.5%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)		
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	N.L.	N.P.
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)		
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2		
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc		
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100		

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	–
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	–
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	N.P.
% PASA TAMIZ No 200:	34

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 6 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S5

LABORATORIO DE SUELOS ,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

SONDEO 5

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-035	

OBJETO :	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.								**MUNICIPIO:**	VILLAVICENCIO
									DEPARTAMENTO:	META
									O.T/MUESTRA N°:	EG-058-2152-18
									FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	**NIT:**	900220547-5	**COORDENADAS:**	**NORTE (N):**	4 °	8 '	23.6 "	**FECHA DE ENTREGA:**	SEPTIEMBRE DE 2021
SITIO:	COLISEO MENOR				**OESTE (O):**	73 °	37 '	3.5 "	**SONDEO:**	5

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	LP	IP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45								
			MATERIA ORGANICA												
			MATERIAL ARCILLOSO												
1.00				3	4	6	10	0.50-0.95							
			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ										GRAVA 4.19		
				6	5	8	13	1.00-1.45	18.0%	31.6	19.5	12.1	ARENA 26.48	1.75	1.48
													FINOS 69.33		
2.00				8	7	11	18	1.50-1.95					SUMA 100.00		
				9	9	14	23	2.00-2.45							
3.00				10	10	14	24	2.50-2.95							
		D													
				12	11	15	26	3.00-3.45					GRAVA 12.51		
			A-2-4 SM MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO Y CAFÉ										ARENA 54.49		
4.00				12	10	17	27	3.50-3.95	8.7%	--	--	N.P.	FINOS 33.00	1.75	1.61
													SUMA 100.0		
				13	13	18	31	4.00-4.45							
5.00				16	16	21	37	4.50-4.95							
				18	18	22	40	5.00-5.45							
6.00				19	19	22	41	5.50-5.95							

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

ELABORO:

HAIVER DAVID OLIVO

Ingeniero Civil

REVISO Y APROBO:

Ing. NESTOR SUAREZ QUIÑONES

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5					FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	5	MUESTRA Nº:	1	PROFUNDIDAD (m):	0.50-2.00	SITIO:	COLISEO MENOR

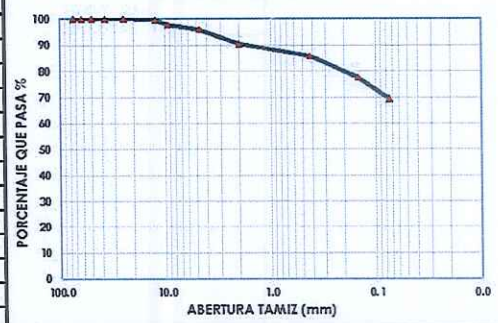
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	69.3%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	246.4
HUMEDAD NATURAL (%)	18.0%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	208.9
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	75.6
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	7.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	63.1
MASA FINAL SECA(g)	54.6
HUMEDAD NATURAL (%)	18.0%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arcilloso				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena				

TAMÍZ Pulg	TAMÍZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	1.3	0.5	0.5	99
3/8"	9.5	4.5	1.8	2.3	98
Nº4	4.75	4.6	1.9	4.2	96
Nº10	2.00	13.1	5.3	9.5	91
Nº40	0.425	11.8	4.8	14.3	86
Nº100	0.15	20.0	8.1	22.4	78
Nº200	0.075	20.3	8.2	30.7	69
FONDO		170.8	69.3	100.0	0
SUMATORIA		246.4	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

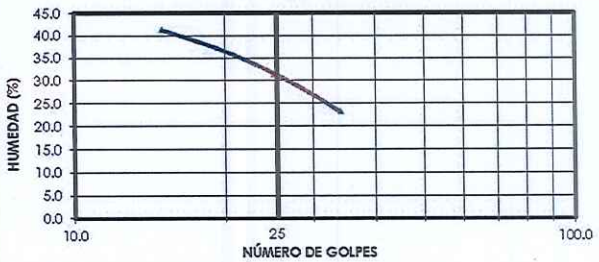


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	4.2%	ARENA	26.5%	FINOS	69.3%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	25	34			
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)	5.32	6.43	5.09	6.21	6.24	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	35.66	36.08	33.49	21.36	17.79	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	26.79	29.01	28.14	18.92	15.88	
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2	8.9	7.1	5.3	2.4	1.9	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc	21.5	22.6	23.1	12.7	9.6	
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100	41.3	31.3	23.2	19.2	19.8	

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	31.6
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	19.5
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	12.1
% PASA TAMIZ No 200:	69.3

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



y = -0.9535x + 55.454

REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5					FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	5	MUESTRA Nº:	2	PROFUNDIDAD (m):	2.00-6.00	SITIO:	COLISEO MENOR

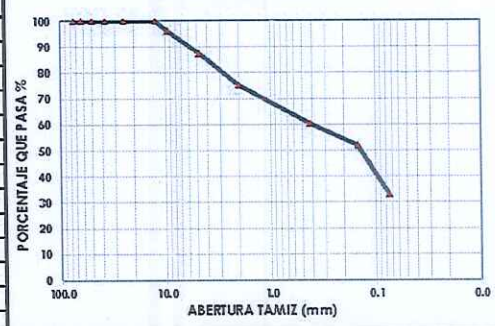
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	33.0%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	269.7
HUMEDAD NATURAL (%)	8.7%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	248.1
MASA FINAL DESPUES DE LAVADO (g)	180.7
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	7.2
MASA INICIAL HUMEDA(g)	64.5
MASA FINAL SECA(g)	59.9
HUMEDAD NATURAL (%)	8.7%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-2-4				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arenoso				
S.U.C.S	SM				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arena limosa				

TAMIZ Pulg	TAMIZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	10.7	4.0	4.0	96
Nº4	4.75	23.1	8.6	12.5	87
Nº10	2.00	33.3	12.4	24.9	75
Nº40	0.425	40.1	14.9	39.7	60
Nº100	0.15	22.6	8.4	48.1	52
Nº200	0.075	51.0	18.9	67.0	33
FONDO		89.0	33.0	100.0	0
SUMATORIA		269.7	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

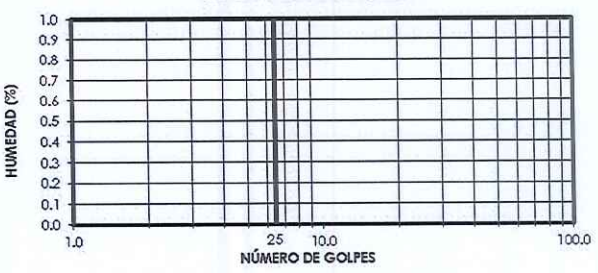


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	12.5%	ARENA	54.5%	FINOS	33.0%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)						
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	N.L.			N.P.		
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)						
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2						
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc						
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100						

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	–
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	–
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	N.P.
% PASA TAMIZ No 200:	33.0

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 7 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio sondeo S6

LABORATORIO DE SUELOS ,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO

SONDEO 6

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERIA
NTC-2017	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-035	

OBJETO :	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.								**MUNICIPIO:**	VILLAVICENCIO
									DEPARTAMENTO:	META
									O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
									FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META	**NIT:**	900220547-5	**COORDENADAS:**	**NORTE (N):**	4 °	8 '	23.9 "	**FECHA DE ENTREGA:**	SEPTIEMBRE DE 2021
SITIO:	COLISEO MENOR				**OESTE (O):**	73 °	37 '	4.9 "	**SONDEO:**	6

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	L.P	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %		gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N15-45									
			MATERIA ORGANICA													
			MATERIAL ARCILLOSO													
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA CON ARENA COLOR CAFÉ	3	2	3	5	0.50-0.95	24.2%	34.9	23.8	11.1	GRAVA	4.93	1.75	1.41
													ARENA	23.13		
				5	5	3	8	1.00-1.45					FINOS	71.94		
2.00				6	4	6	10	1.50-1.95					SUMA	100.00		
		D	A-2-4 SM MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARENA LIMOSA COLOR AMARILLO Y CAFÉ	9	6	9	15	2.00-2.45	11.0%	--	--	N.P.	GRAVA	13.48	1.75	1.58
3.00				12	8	9	17	2.50-2.95					ARENA	54.78		
				13	10	11	21	3.00-3.45					FINOS	31.74		
4.00				16	13	14	27	3.50-3.95					SUMA	100.0		
				17	15	15	30	4.00-4.45								
5.00				20	18	18	36	4.50-4.95								
				22	20	20	40	5.00-5.45								
6.00				24	22	19	41	5.50-5.95								

Observaciones

De acuerdo a la norma ASTM D1586, para considerar rechazo se debe cumplir alguna de las siguientes condiciones:

1. Se aplica un total de 50 golpes, durante cualquiera de los tres incrementos de 15 cm que componen la prueba.
2. No se observa avance de la cuchara, durante la aplicación de 10 golpes sucesivos

ELABORO:

HAIVER DAVID OLIVO

Ingeniero Civil

REVISO Y APROBO:

Ing. NESTOR SUAREZ QUIÑONES

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO,
DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.			O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META			FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5			FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN			MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	6	MUESTRA Nº: 1	PROFUNDIDAD (m): 0.50-2.00	SITIO:	COLISEO MENOR

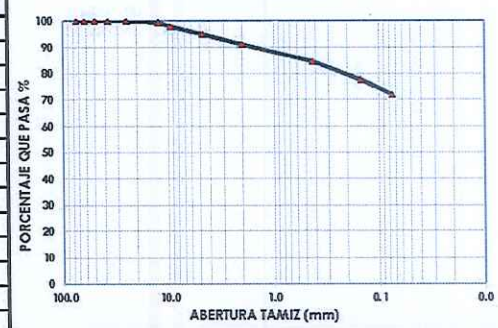
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	71.9%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	203.9
HUMEDAD NATURAL (%)	24.2%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	164.2
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	57.2
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	6.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	53.6
MASA FINAL SECA(g)	44.4
HUMEDAD NATURAL (%)	24.2%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	--	D30	--	D60	--
Cc	--	Cu	--		
AASHTO	A-6				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arcilloso				
S.U.C.S	CL				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena				

TAMÍZ Pulg	TAMÍZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	1.2	0.6	0.6	99
3/8"	9.5	3.2	1.6	2.1	98
Nº4	4.75	5.7	2.8	4.9	95
Nº10	2.00	8.0	3.9	8.8	91
Nº40	0.425	13.5	6.6	15.5	85
Nº100	0.15	13.9	6.8	22.3	78
Nº200	0.075	11.8	5.8	28.1	72
FONDO		146.7	71.9	100.0	0
SUMATORIA		203.9	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

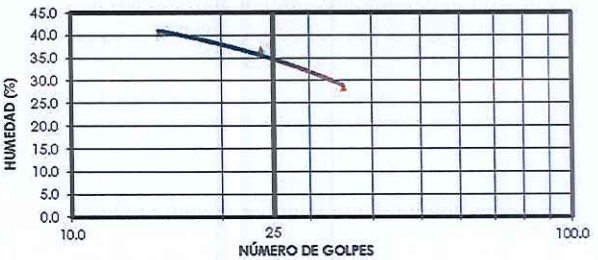


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	4.9%	ARENA	23.1%	FINOS	71.9%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	15	24	35			
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)	6.39	5.12	6.48	6.49	5.81	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	38.67	35.70	35.96	20.09	17.23	
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)	29.40	27.49	29.44	17.51	15.00	
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2	9.3	8.2	6.5	2.6	2.2	
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc	23.0	22.4	23.0	11.0	9.2	
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100	40.3	36.7	28.4	23.4	24.3	

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	34.9
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	23.8
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	11.1
% PASA TAMIZ No 200:	71.9

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS
HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO, DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
INV. E-123, 125 y 126 – 13	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-010	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.					O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META					FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
NIT:	900220547-5					FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
MATERIAL:	PROVENIENTE DE LA EXPLORACIÓN					MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META
SONDEO Nº:	6	MUESTRA Nº:	2	PROFUNDIDAD (m):	2.00-6.00	SITIO:	COLISEO MENOR

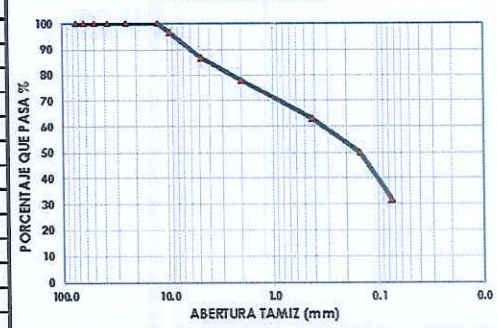
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

DATOS DEL ENSAYO	
PASA TAMIZ Nº 200 (75 µm) (%)	31.7%
MASA DE LA COPA (g)	0.0
MASA INICIAL SECA(g)	183.9
HUMEDAD NATURAL (%)	11.0%
MASA INICIAL SECA ANTES DE LAVADO (g)	165.7
MASA FINAL DESPUÉS DE LAVADO (g)	125.5
CALCULO DE LA HUMEDAD NATURAL	
MASA DE LA COPA (g)	5.3
MASA INICIAL HUMEDA(g)	70.0
MASA FINAL SECA(g)	63.6
HUMEDAD NATURAL (%)	11.0%

CLASIFICACIÓN DEL SUELO					
D10	–	D30	–	D60	–
Cc	–	Cu	–		
AASHTO	A-2-4				
DESCRIPCIÓN	Suelo Arenoso				
S.U.C.S	SM				
COLOR	Café				
DESCRIPCIÓN	Material sedimentario compuesto por arena limosa				

TAMÍZ Pulg	TAMÍZ mm	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3"	75.0	0.0	0.0	0.0	100
2 -1/2"	63.0	0.0	0.0	0.0	100
2"	50.0	0.0	0.0	0.0	100
1 -1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100
1"	25.0	0.0	0.0	0.0	100
1/2"	12.5	0.0	0.0	0.0	100
3/8"	9.5	6.5	3.5	3.5	96
Nº4	4.75	18.3	10.0	13.5	87
Nº10	2.00	15.7	8.5	22.0	78
Nº40	0.425	27.5	14.9	37.0	63
Nº100	0.15	24.2	13.2	50.1	50
Nº200	0.075	33.4	18.1	68.3	32
FONDO		58.4	31.7	100.0	0
SUMATORIA		183.9	100		

CURVA GRANULOMÉTRICA

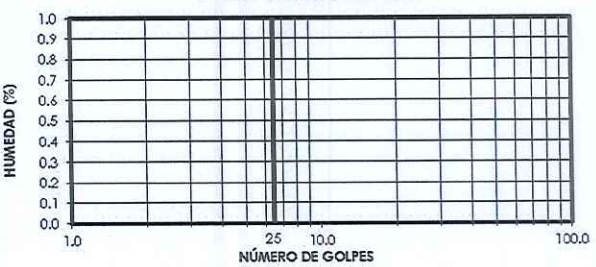


DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL MATERIAL					
GRAVA	13.5%	ARENA	54.8%	FINOS	31.7%

NÚMERO DE GOLPES	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
MASA RECIPIENTE, g. (Wc)						
MASA RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA, g (W1)	N.L.			N.P.		
MASA RECIPIENTE + MUESTRA SECA AL HORNO, g(W2)						
MASA DEL AGUA, g. (Ww) = W1 - W2						
MASA DE LA MUESTRA SECA, g (Ws) = W2 - Wc						
HUMEDAD NATURAL, % (W) = (Ww / Ws)*100						

CÁLCULO ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
LÍMITE LÍQUIDO, % (L.L.)	–
LÍMITE PLÁSTICO, % (L.P.)	–
ÍNDICE DE PLASTICIDAD % , I.P. = L.L. - L.P.	N.P.
% PASA TAMIZ No 200:	31.7

GRÁFICO LÍMITE LÍQUIDO



REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 8 Resultados del ensayo de corte directo

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

"PROFESIONALES FORJANDO PAIS"

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
NTC 1917-10	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-013	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.				
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META			O.T/MUESTRA Nº:	EG-044-W918-21
NIT:	900220547-5			FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
LOCALIZACIÓN:	CALLE 24B Nº 11-199 VILLA OLIMPICA			FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
CORTE DIRECTO Nº:	CD1	CLASIFICACIÓN:	A-6 -- CL	MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META

SONDEO:	12	MUESTRA:	1	PROFUNDIDAD (m):	1.50	VELOCIDAD mm/min:	0.50
ESTADO:	INALTERADO/HUMEDECIDO			ESTRATO:		MATERIAL ARCILLOSO	

ESFUERZO NORMAL:	(kg/cm²)	1 kg/cm²		2 kg/cm²		4 kg/cm²	
ETAPA:		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA:	(cm)	2.00	1.73	2.00	1.74	2.00	1.71
DIAMETRO:	(cm)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
MASA:	(g)	65.00	65.58	65.00	65.75	65.00	65.76
VOLUMEN:	(cm3)	39.27	33.97	39.27	34.16	39.27	33.58
HUMEDAD:	(%)	9.50	21.43	9.70	19.22	9.50	18.79
DENSIDAD HUMEDA:	(g/cm3)	1.66	1.93	1.66	1.92	1.66	1.96
DENSIDAD SECA:	(g/cm3)	1.51	1.59	1.51	1.61	1.51	1.65

1 kg/cm²			2 kg/cm²			4 kg/cm²		
DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.	DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.	DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.15	0.15	0.05	0.18	0.09	0.05	0.52	0.13
0.10	0.18	0.18	0.10	0.20	0.10	0.10	0.57	0.14
0.20	0.21	0.21	0.20	0.23	0.12	0.20	0.60	0.15
0.35	0.23	0.23	0.35	0.27	0.14	0.35	0.65	0.16
0.50	0.26	0.26	0.50	0.30	0.15	0.50	0.68	0.17
0.75	0.29	0.29	0.75	0.34	0.17	0.75	0.73	0.18
1.00	0.31	0.31	1.00	0.39	0.20	1.00	0.78	0.20
1.25	0.34	0.34	1.25	0.45	0.23	1.25	0.83	0.21
1.50	0.37	0.37	1.50	0.51	0.26	1.50	0.90	0.23
1.75	0.39	0.39	1.75	0.57	0.29	1.75	0.97	0.24
2.00	0.41	0.41	2.00	0.62	0.31	2.00	1.02	0.26
2.50	0.43	0.43	2.50	0.68	0.34	2.50	1.07	0.27
3.00	0.46	0.46	3.00	0.77	0.39	3.00	1.17	0.29
3.50	0.49	0.49	3.50	0.84	0.42	3.50	1.27	0.32
4.00	0.51	0.51	4.00	0.91	0.46	4.00	1.34	0.34
4.50	0.54	0.54	4.50	1.00	0.27	4.50	1.43	0.36
5.00	0.56	0.56	5.00	1.07	0.54	5.00	1.53	0.38
6.00	0.58	0.58	6.00	1.14	0.57	6.00	1.57	0.39
7.00	0.61	0.61	7.00	1.17	0.59	7.00	1.62	0.41
8.00	0.64	0.64	8.00	1.22	0.61	8.00	1.65	0.41
9.00	0.66	0.66	9.00	1.24	0.62	9.00	1.68	0.42
10.00	0.68	0.68	10.00	1.24	0.62	10.00	1.70	0.43
11.00	0.68	0.68	11.00	1.24	0.62	11.00	1.71	0.43
12.00	0.68	0.68	12.00	1.24	0.62	12.00	1.71	0.43

OBSERVACIONES:

REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

NHSQ SAS INGENIERIA

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

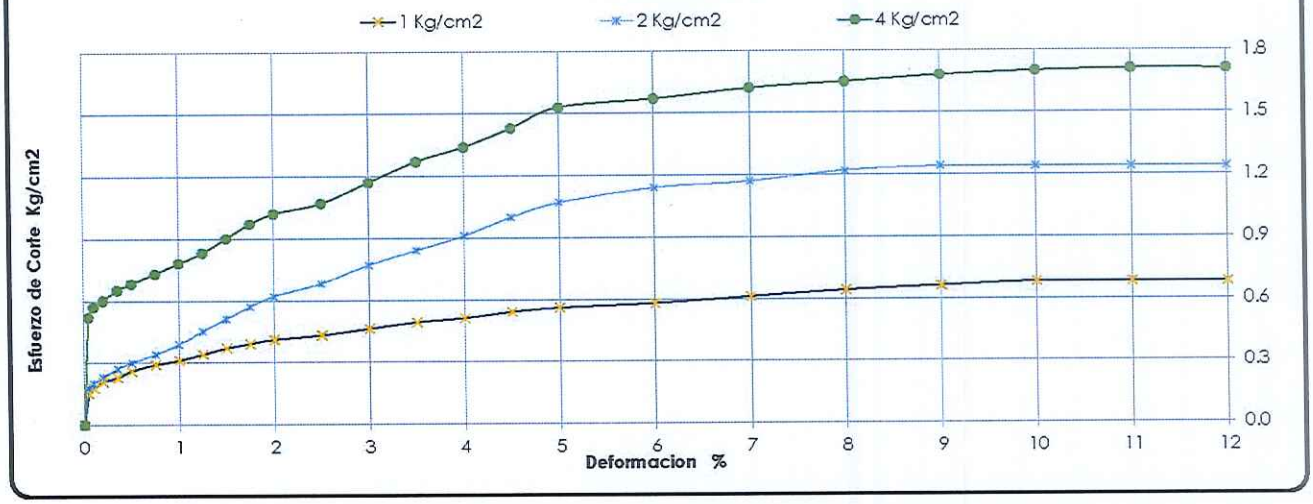
"PROFESIONALES FORJANDO PAIS"

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS

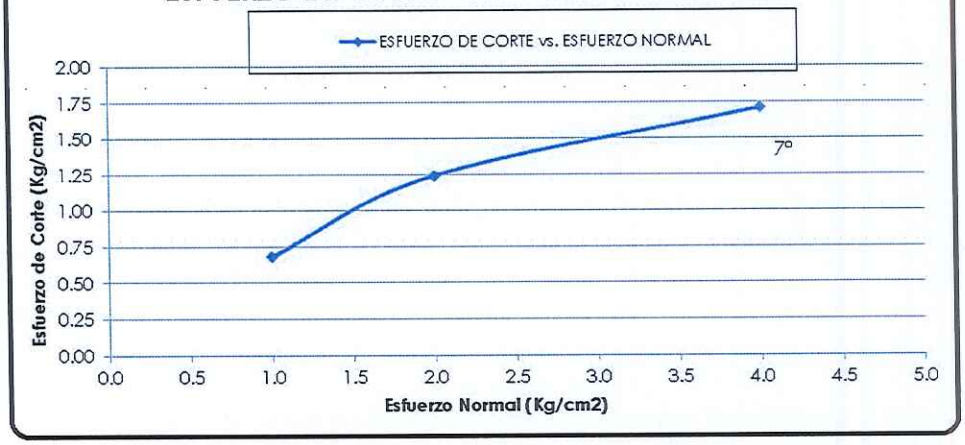
ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
NTC 1917-10	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-013	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.						
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META			**O.T/MUESTRA N°:**	EG-058-2152-18		
NIT:	900220547-5			**FECHA DE REGISTRO:**	SEPTIEMBRE DE 2021		
LOCALIZACIÓN:	CALLE 24B N° 11-199 VILLA OLIMPICA			**FECHA DE ENTREGA:**	SEPTIEMBRE DE 2021		
CORTE DIRECTO N°:	CD1	**CLASIFICACIÓN:**	A-6 – CL	**MUNICIPIO/DPTO:**	VILLAVICENCIO / META		
SONDEO:	12	**MUESTRA:**	1	**PROFUNDIDAD (m):**	1.50	**VELOCIDAD mm/min:**	0.50
ESTADO:	INALTERADO/HUMEDECIDO			**ESTRATO:**	MATERIAL ARCILLOSO		

CURVA DE RESISTENCIA



ESFUERZO DE CORTE vs. ESFUERZO NORMAL



Cohesion C:	
0.402	Kg/cm²
Angulo de Friccion °:	
7	

OBSERVACIONES:

REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

"PROFESIONALES FORJANDO PAIS"

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VALIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
NTC 1917-10	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-013	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.				
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META			O.T/MUESTRA Nº:	EG-058-2152-18
NIT:	900220547-5			FECHA DE REGISTRO:	SEPTIEMBRE DE 2021
LOCALIZACIÓN:	CALLE 24B Nº 11-199 VILLA OLIMPICA			FECHA DE ENTREGA:	SEPTIEMBRE DE 2021
CORTE DIRECTO Nº:	CD2	CLASIFICACIÓN:	A-2-4 -- SM	MUNICIPIO/DPTO:	VILLAVICENCIO / META

SONDEO:	18	MUESTRA:	2	PROFUNDIDAD (m):	2.50	VELOCIDAD mm/min:	0.50
ESTADO:	INALTERADO/HUMEDECIDO			ESTRATO:		ARENA LIMOSA	

ESFUERZO NORMAL:	(kg/cm²)	1 kg/cm²		2 kg/cm²		4 kg/cm²	
ETAPA:		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
ALTURA:	(cm)	2.00	1.71	2.00	1.70	2.00	1.70
DIAMETRO:	(cm)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
MASA:	(g)	65.00	65.45	65.00	65.32	65.00	65.70
VOLUMEN:	(cm3)	39.27	33.58	39.27	33.38	39.27	33.38
HUMEDAD:	(%)	6.00	12.36	6.00	12.41	6.00	12.29
DENSIDAD HUMEDA:	(g/cm3)	1.66	1.95	1.66	1.96	1.66	1.97
DENSIDAD SECA:	(g/cm3)	1.56	1.73	1.56	1.74	1.56	1.75

1 kg/cm²			2 kg/cm²			4 kg/cm²		
DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.	DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.	DEFORMACION (%)	Esf. De corte (kg/cm²)	Esfuerzo Normaliz.
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.18	0.18	0.05	0.19	0.10	0.05	0.53	0.13
0.10	0.20	0.20	0.10	0.22	0.11	0.10	0.56	0.14
0.20	0.22	0.22	0.20	0.24	0.12	0.20	0.60	0.15
0.35	0.25	0.25	0.35	0.27	0.14	0.35	0.64	0.16
0.50	0.28	0.28	0.50	0.30	0.15	0.50	0.67	0.17
0.75	0.30	0.30	0.75	0.33	0.17	0.75	0.70	0.18
1.00	0.32	0.32	1.00	0.38	0.19	1.00	0.76	0.19
1.25	0.34	0.34	1.25	0.43	0.22	1.25	0.81	0.20
1.50	0.37	0.37	1.50	0.47	0.24	1.50	0.86	0.22
1.75	0.40	0.40	1.75	0.52	0.26	1.75	0.93	0.23
2.00	0.42	0.42	2.00	0.56	0.28	2.00	0.99	0.25
2.50	0.44	0.44	2.50	0.62	0.31	2.50	1.06	0.27
3.00	0.47	0.47	3.00	0.69	0.35	3.00	1.15	0.29
3.50	0.50	0.50	3.50	0.79	0.40	3.50	1.24	0.31
4.00	0.52	0.52	4.00	0.88	0.44	4.00	1.34	0.34
4.50	0.54	0.54	4.50	0.95	0.27	4.50	1.44	0.36
5.00	0.57	0.57	5.00	1.04	0.52	5.00	1.52	0.38
6.00	0.59	0.59	6.00	1.13	0.57	6.00	1.56	0.39
7.00	0.62	0.62	7.00	1.18	0.59	7.00	1.59	0.40
8.00	0.65	0.65	8.00	1.23	0.62	8.00	1.62	0.41
9.00	0.68	0.68	9.00	1.24	0.62	9.00	1.67	0.42
10.00	0.70	0.70	10.00	1.24	0.62	10.00	1.72	0.43
11.00	0.70	0.70	11.00	1.24	0.62	11.00	1.72	0.43
12.00	0.70	0.70	12.00	1.24	0.62	12.00	1.72	0.43

OBSERVACIONES:

REVISO y APROBO:

Ing. NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

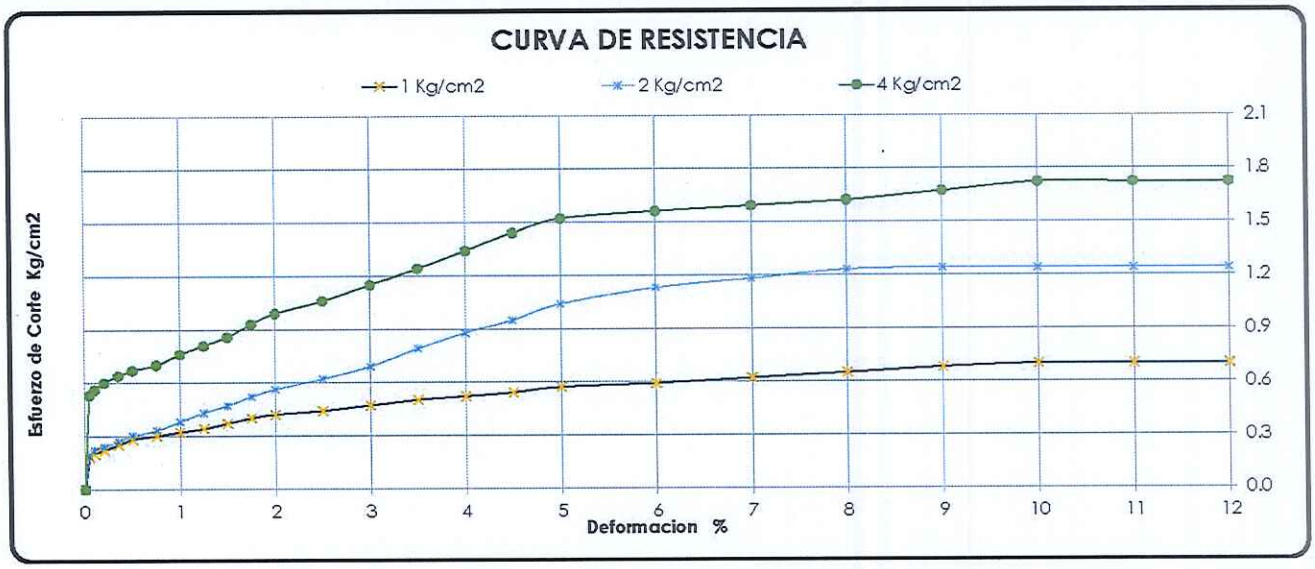
LABORATORIO DE SUELOS,CONCRETOS Y PAVIMENTOS

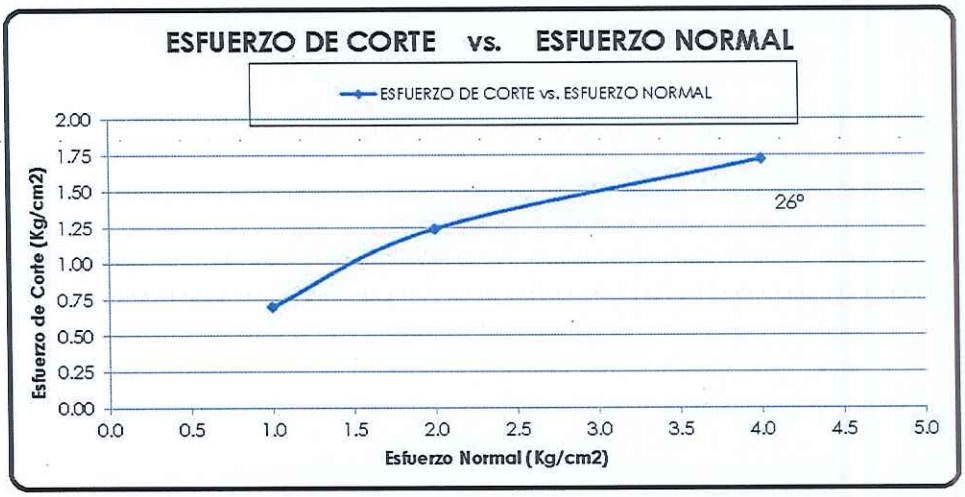
"PROFESIONALES FORJANDO PAIS"

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS Y DRENADAS

ESPECIFICACION/NORMA	VERSION	FECHA DE VIGENCIA	CÓDIGO	ESTE DOCUMENTO NO ES VÁLIDO SIN LA FIRMA Y EL SELLO ORIGINAL DEL LABORATORIO NHSQ INGENIERÍA
NTC 1917-10	002	5/FEBRERO/2018	F-LAB-013	

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.						
DIRIGIDO A:	AGENCIA PARA LA INFRAESTRUCTURA DEL META			**O.T/MUESTRA N°:**	EG-058-2152-18		
NIT:	900220547-5			**FECHA DE REGISTRO:**	SEPTIEMBRE DE 2021		
LOCALIZACIÓN:	CALLE 24B N° 11-199 VILLA OLIMPICA			**FECHA DE ENTREGA:**	SEPTIEMBRE DE 2021		
CORTE DIRECTO N°:	CD1	**CLASIFICACIÓN:**	A-6 – CL	**MUNICIPIO/DPTO:**	VILLAVICENCIO / META		
SONDEO:	18	**MUESTRA:**	2	**PROFUNDIDAD (m):**	2.50	**VELOCIDAD mm/min:**	0.50
ESTADO:	INALTERADO/HUMEDECIDO			**ESTRATO:**	ARENA LIMOSA		





Cohesion C:	
0.000	Kg/cm²
Angulo de Friccion °:	
26	

OBSERVACIONES:

REVISO y APROBO:

Ing.NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES

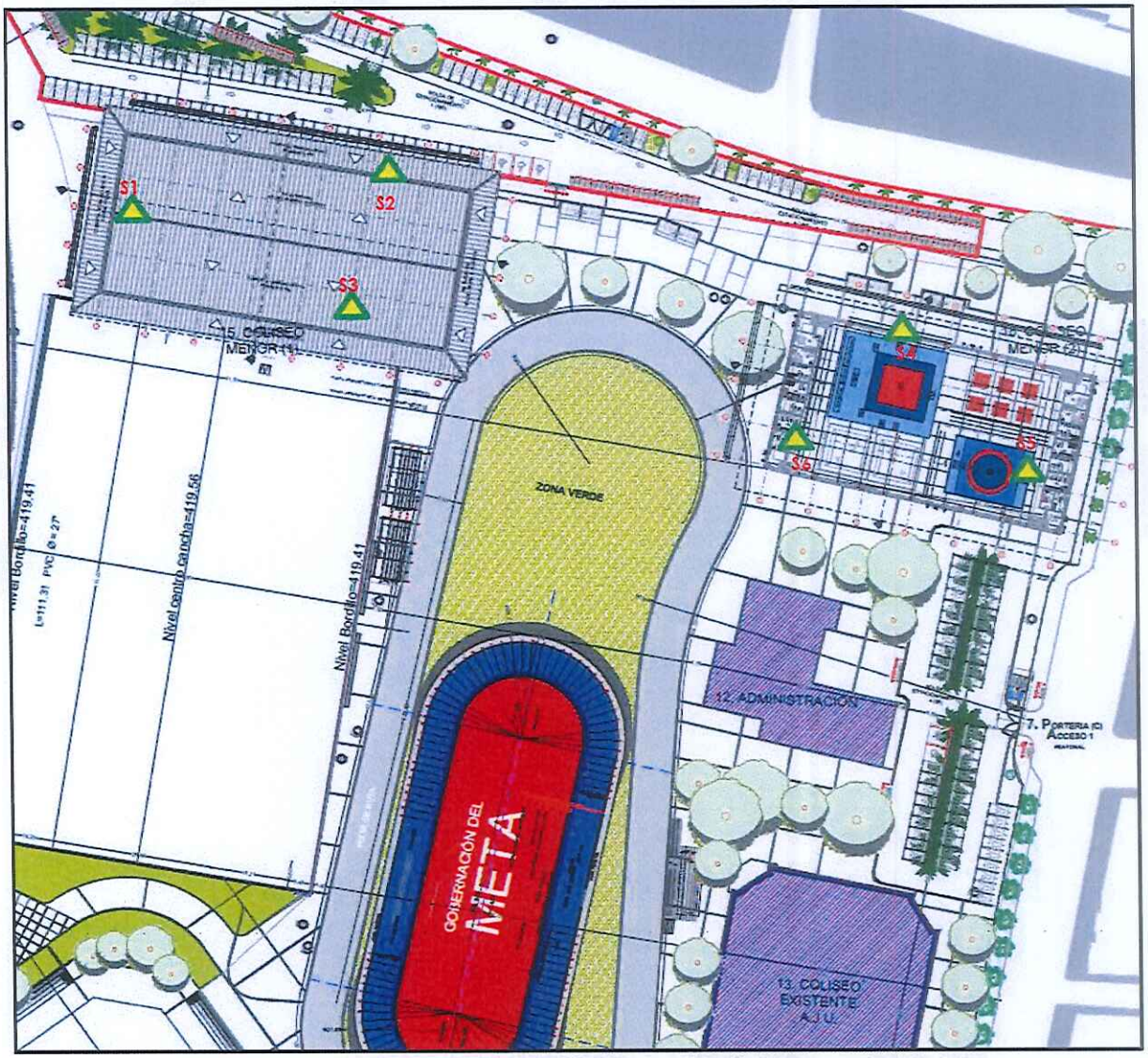
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

Anexo 9 Planos de ubicación de los sondeos

LOCALIZACIÓN	SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS	
			LATITUD	LONGITUD
COLISEO MENOR 1	S1	6.00	4° 8'25.63"N	73°37'9.21"O
	S2	6.00	4° 8'25.54"N	73°37'7.60"O
	S3	6.00	4° 8'24.78"N	73°37'8.03"O
COLISEO MENOR 2	S4	6.00	4° 8'24.38"N	73°37'4.21"O
	S5	6.00	4° 8'23.62"N	73°37'3.50"O
	S6	6.00	4° 8'23.87"N	73°37'4.90"O



Plano de Ubicación de los Sondeos



Plano de Ubicación de los Sondeos

Anexo 10 Diploma y acta de grado de especialización en geotecnia

República de Colombia

LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Autorizada por el Ministerio de Educación Nacional
Teniendo en cuenta que

Néstor Hernán Suárez Quiñones

CC. 79.877.421 Bogotá D. C.

Aprobó los estudios programados y cumplió con las exigencias legales y reglamentarias le confiere el Título de

Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos

En constancia se firma y sella en Tunja
a los 14 días del mes de Diciembre de 2012

El Rector General

El Rector Seccional

El Decano de Facultad

El Secretario Seccional

Registro Interno No. 638.188.14-12-2012

Libro II7 Folio 16

Diploma valido para el proyecto: CONSTRUCCION DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META.

UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
PRIMER CLAUSTRO UNIVERSITARIO DE COLOMBIA
TUNJA
Experiencia y Calidad

ACTA DE GRADO 188.88

(Libro 3P, Folio 307)

En la ciudad de Tunja, República de Colombia el día 14 de diciembre de 2012, la Universidad Santo Tomás en nombre de la República de Colombia y con autorización del Ministerio de Educación Nacional según Decreto Ejecutivo No. 1772 del 11 de julio de 1980, bajo la Presidencia del Padre Aldemar Valencia Hernández. O.P., Rector Seccional y actuando como Secretaria la Abogada Myriam Maritza Niño Forero, celebró sesión solemne y pública con el objeto de otorgar el título a los estudiantes aspirantes al grado.

Comprobado el cumplimiento de todos los requisitos legales y los establecidos en el Reglamento General de la Universidad, confirió el Título de

ESPECIALISTA EN GEOTECNIA VIAL, Y PAVIMENTOS

Código SNIES 0809

a: NÉSTOR HERNÁN SUAREZ QUIÑONES

C.C. 79877434 de BOGOTÁ D.C.

El graduando emitió el Juramento de rigor por el que se comprometió a ejercer la profesión con responsabilidad y honradez, de conformidad con la Constitución, las leyes de la República de Colombia, poner todo empeño en el desarrollo del País y de sus instituciones, brindar generoso apoyo a los programas de justicia social y dignificación de la persona humana y llevar siempre en alto el nombre y los principios de la Universidad Santo Tomás. Seguidamente el presidente de la ceremonia de graduación procedió a la entrega del Diploma que lo acredita para el ejercicio de su profesión de conformidad con la legislación vigente.

Para constancia se expide y firma la presente Acta, válida para todos los efectos legales correspondientes.

Fdo. Aldemar Valencia Hernández. O.P., (Hay un sello)
Fdo. Myriam Maritza Niño Forero (Hay un sello)

Es fiel copia tomada del original, expedida en la ciudad de Tunja, el 14 de diciembre de 2012

La Secretaria General Seccional,

MYRIAM MARITZA NIÑO FORERO

Para Proyecto: CONSTRUCCION DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META

Anexo 11 Certificados de calibración

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ISO/IEC 17025:2017 11-LAC-001

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas M-22098-006 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pag 1 de 4

Equipo	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante	TRUMAX
Modelo	MIX-H
Número de Serie	No Presenta
Identificación Interna	NHSQ-EQ-054
Carga Máxima	600 g
Solicitante	NSHQ INGENIERÍA S.A.S
Dirección	Carrera 34 No. 21 - 34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 11 – 20
Fecha de Emisión	2020 – 11 – 27
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ISO/IEC 17025:2017 11-LAC-001

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas M-22098-007 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Page / Pag 1 de 4

Equipo	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante	LEXUS
Modelo	MAXTER
Número de Serie	0021010045
Identificación Interna	NHSQ-EQ-086
Carga Máxima	6000 g
Solicitante	NSHQ INGENIERÍA S.A.S
Dirección	Carrera 34 No. 21 - 34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 11 – 20
Fecha de Emisión	2020 – 11 – 27
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ISO/IEC 17025:2017 11-LAC-001

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura T-22098-001 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Page / Pag 1 de 4

Equipo	HORNO ELÉCTRICO
Fabricante	PINZUAR
Modelo	PG-190
Número de Serie	386
Identificación Interna	NHSQ INGENIERIA S.A.S
Intervalo de Medición	24 °C a 200 °C
Solicitante	NHSQ INGENIERIA S.A.S
Dirección	-Carrera 34 No 21-34 San Benito-
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 11 – 20
Fecha de Emisión	2020 – 11 – 24
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	04

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA

ACREDITADO ONAC ISO/IEC 17025:2017 11-LAC-001

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza F-220980-011 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pag 1 de 5

Equipo	EQUIPO PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Fabricante	ASINCAL
Modelo	AC-124
Número de Serie	34575 // 1906122
Identificación Interna	NHSQ-EQ-110
Capacidad Máxima	250 kgf
Solicitante	NHSQ INGENIERIA S.A.S.
Dirección	Carrera 34 No.21 - 34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 11 – 19
Fecha de Emisión	2020 – 11 – 27
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	06

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-031 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pag 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	66310
Identificación Interna	HR-895
Malla	No. 200
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	Carrera 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2021 – 01 – 28
Fecha de Emisión	2021 – 02 – 01
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Metrólogo Laboratorio de Metrología

---

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-030 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pag 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	66240
Identificación Interna	HR-894
Malla	No. 100
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 14
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 16
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Metrólogo Laboratorio de Metrología

---

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-023 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pag 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	51256
Identificación Interna	HR-046
Malla	No. 40
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 15
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 16
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Metrólogo Laboratorio de Metrología

---

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-020 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pag 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	51063
Identificación Interna	HR-035
Malla	No. 10
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 14
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 15
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-018 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	50076
Identificación Interna	HR-029
Malla	No. 4
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 11
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 11
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Tecnólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-016 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	40324
Identificación Interna	HR-023
Malla	3/8 in.
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 11
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 11
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Tecnólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-015 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	40314
Identificación Interna	HR-010
Malla	½ in.
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 11
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 11
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Tecnólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGÍA — ACREDITADO ONAC

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud — **L-22269-013 R0**

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo	TAMIZ 8"
Fabricante	PINZUAR
Modelo	GRANOTEST
Número de Serie	40116
Identificación Interna	HR-003
Malla	1 in.
Solicitante	NHSQ INGENIERIA SAS
Dirección	CARRERA 34 No 21-34 San Benito
Ciudad	Villavicencio - Meta
Fecha de Calibración	2020 – 12 – 11
Fecha de Emisión	2020 – 12 – 11
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Firmas Autorizadas

Ing. Sergio Iván Martínez — Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López — Tecnólogo Laboratorio de Metrología

Anexo 12 Certificación ISO9001-2015

BUREAU VERITAS Certification

NHSQ INGENIERIA S.A.S.

Entidad Contratante: Calle 26 No. 34 - 49 B. Nuevo Maizaro
Villavicencio, Meta, Colombia.

BVQI Colombia Ltda. certifica que el Sistema de Gestión de la organización ha sido auditado y se ha encontrado conforme con los requerimientos de las normas de Sistema de Gestión que se detallan a continuación

ISO 9001:2015

Alcance de la Certificación

CONSULTORÍA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE LABORATORIO EN EL CONTROL DE AGREGADOS, SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS PARA PROYECTOS DE OBRAS CIVILES, MINERÍA Y GEOTECNIA.

Exclusiones Permitidas:
8.3 Diseño y Desarrollo de los Productos y Servicios.

Fecha Original de Inicio de la Certificación:	**18 Abril 2018**
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	**NA**
Fecha de Auditoria de Recertificación:	**NA**
Fecha de Inicio del ciclo de Certificación:	**18 Abril 2018**

Sujeto a la continua y satisfactoria operación del Sistema de Gestión de la organización, este certificado vence el: **17 Abril 2021**

Certificado No. **CO18.01105** Versión: **No. 0** *Fecha de Revisión:* **18 Abril 2018**

Luis Carlos Rodriguez
Gerente Técnico

BUREAU VERITAS Certification

ACREDITADO ONAC
ISO/IEC 17021-1:2015
18-CSG-007

Dirección del Organismo de Certificación: BVQI Colombia Ltda. Calle 72 No 7-82 Piso 3 Edificio Acciones & Valores Bogotá D.C. Colombia.

Cualquier aclaración adicional relativa al alcance de este certificado y a la aplicabilidad de los requerimientos del Sistema de Gestión, puede obtenerse consultando a la organización

Para comprobar la validez de este certificado por favor llamar al +57 (1) 3129191

Página 1 de 1

Rev. 2.4, 08 Marzo 2018

Anexo 13 Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2021-985932

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que NESTOR HERNAN SUAREZ QUIÑONES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 79877431, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 2520-158111 desde el 21 de Agosto de 2008, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 743.

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

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

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá D.C., a los dieciocho (18) días del mes de Septiembre del año dos mil veintiuno (2021).

Rubén Dario Uchoa 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 emitido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Tramite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

VALIDO para el proyecto: CONSTRUCCION DE LOS COLISEOS DE LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META EN LA VILLA

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

Anexo 14 Modulo de Balasto

ADAPTACIÓN DEL MÓDULO DE BALASTO DE UNA PLACA DE CARGA DE 30x30 cm. PARA MODELO WINKLER DE LOSA FLEXIBLE SOBRE SUELO ELÁSTICO

OBRA: **CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.**

Geometría de la losa: Cuadrada Lado = **1.00** metros

1.00

Tipo de terreno: Mixto Arenas (%): **43**

K_{30} = **5.0** kp/cm³ Arcillas (%): **57**

$K_{arenoso}$ =		kp/cm³		t/m³		kN/m³
$K_{arcilloso}$ =		kp/cm³		t/m³		kN/m³
K_{mixto} =	**1.763**	kp/cm³	**1,763.38**	t/m³	**17,633.8**	kN/m³

ADAPTACIÓN DEL MÓDULO DE BALASTO DE UNA PLACA DE CARGA DE 30x30 cm. PARA MODELO WINKLER DE LOSA FLEXIBLE SOBRE SUELO ELÁSTICO

OBRA: **CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO EN LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO,META.**

Geometría de la losa: Cuadrada Lado = **1.00** metros

1.00

Tipo de terreno: Mixto Arenas (%): **53**

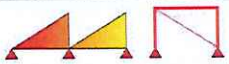
K_{30} = **8.0** kp/cm³ Arcillas (%): **47**

$K_{arenoso}$ =		kp/cm³		t/m³		kN/m³
$K_{arcilloso}$ =		kp/cm³		t/m³		kN/m³
K_{mixto} =	**2.919**	kp/cm³	**2,919.40**	t/m³	**29,194.0**	kN/m³

DISEÑO TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Carrera 16 # 24-03 Barrio Olímpico - Popular
6701469 - 6701465
contactenos@idermeta.gov.co
Villavicencio - Meta, Colombia

Memoria de Cálculo Civil:
"Tanque de almacenamiento agua potable escenarios deportivos Villavicencio - Meta ".



JORGE DAVID MONTENEGRO L.
INGENIERO CIVIL

CODIGO DEL PROYECTO: 124.01

No. Rev.	Fecha	Descripción de la modificación
0	09 – 10 – 2023	Emisión Inicial

Elaboró	**Nombre:** Jorge David Montenegro López Ingeniero de Diseño

Jorge David Montenegro López
Diseñador estructural

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN
1. EVALUACIÓN DE CARGA
   2.1. Cargas aplicadas
      2.1.1 Peso propio
      2.1.2 Carga Viva.
      2.1.3 Empuje del suelo.
      2.1.4 Carga sísmica
   2.2. Combinaciones de carga
   2.3. Interacción suelo estructura.
   2.4. Aplicación de cargas
   2.5. Características geotécnicas del suelo de fundación.
2. VERIFICACIONES
   3.1. Esfuerzos máximos sobre el terreno
   3.2. Efecto de la fuerza de flotación
4. DISEÑO ESTRUCTURAL
   4.1. Reacciones internas (t/m)
   4.2. Diseño de losa contrapiso (t/m)
   4.3. Diseño de losa entrepiso (t/m)
   4.4. Diseño de muros (t/m)
   4.5. Diseño de viga 20x40 (t/m)

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria de cálculo corresponde al soporte matemático de un tanque subterráneo en concreto reforzado para el almacenamiento de agua potable, destinado al suministro de los baños y zonas húmedas de los escenarios deportivos de la Villa Olímpica del municipio de Villavicencio, esta fue elaborada siguiendo los parámetros de las normas Colombianas NSR-10.

Las características del suelo fueron tomadas del informe construcción de escenarios deportivos multipropósitos en la Villa Olímpica del Municipio de Villavicencio – Meta, septiembre de 2021 (EG-044-033-W918-21)

Materiales:

$f'c = 24.5MPa\ (3{,}500psi;\ 245\frac{kg}{cm^2})$

$f_y = 420MPa\ (60.000psi; 4{,}200\ \frac{kg}{cm^2})$

Características de los suelos

- Subyacente.

Perfil estratigráfico

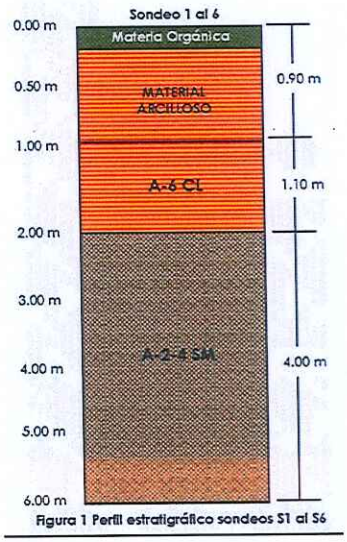


Figura 1 Perfil estratigráfico sondeos S1 al S6

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m³	16.50	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m²)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7		

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARENA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m³	16.20	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m²)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26		

CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts

Profundidad del suelo		CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm²)		
		Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
0.25	0.82	100.00	100.98	101.96	1.00	1.01	1.02
0.50	1.64	102.59	103.57	104.54	1.03	1.04	1.05
1.30	4.27	105.17	106.15	107.13	1.05	1.06	1.07
1.00	3.28	107.76	108.74	109.71	1.08	1.09	1.10
1.25	4.10	110.34	111.32	112.30	1.10	1.11	1.12
1.50	4.92	112.93	113.91	114.88	1.13	1.14	1.15
1.75	5.74	115.51	116.49	117.47	1.16	1.16	1.17
2.00	6.56	118.10	119.08	120.05	**1.18**	1.19	1.20

Fuente. Autor

El tanque se apoyará directamente sobre la capa de relleno que se utiliza como mejoramiento del suelo subyacente, por tanto, se estima una caga portante de 1.18 ton/m2, como se muestra en la tabla, a una profundidad de 2.0m.

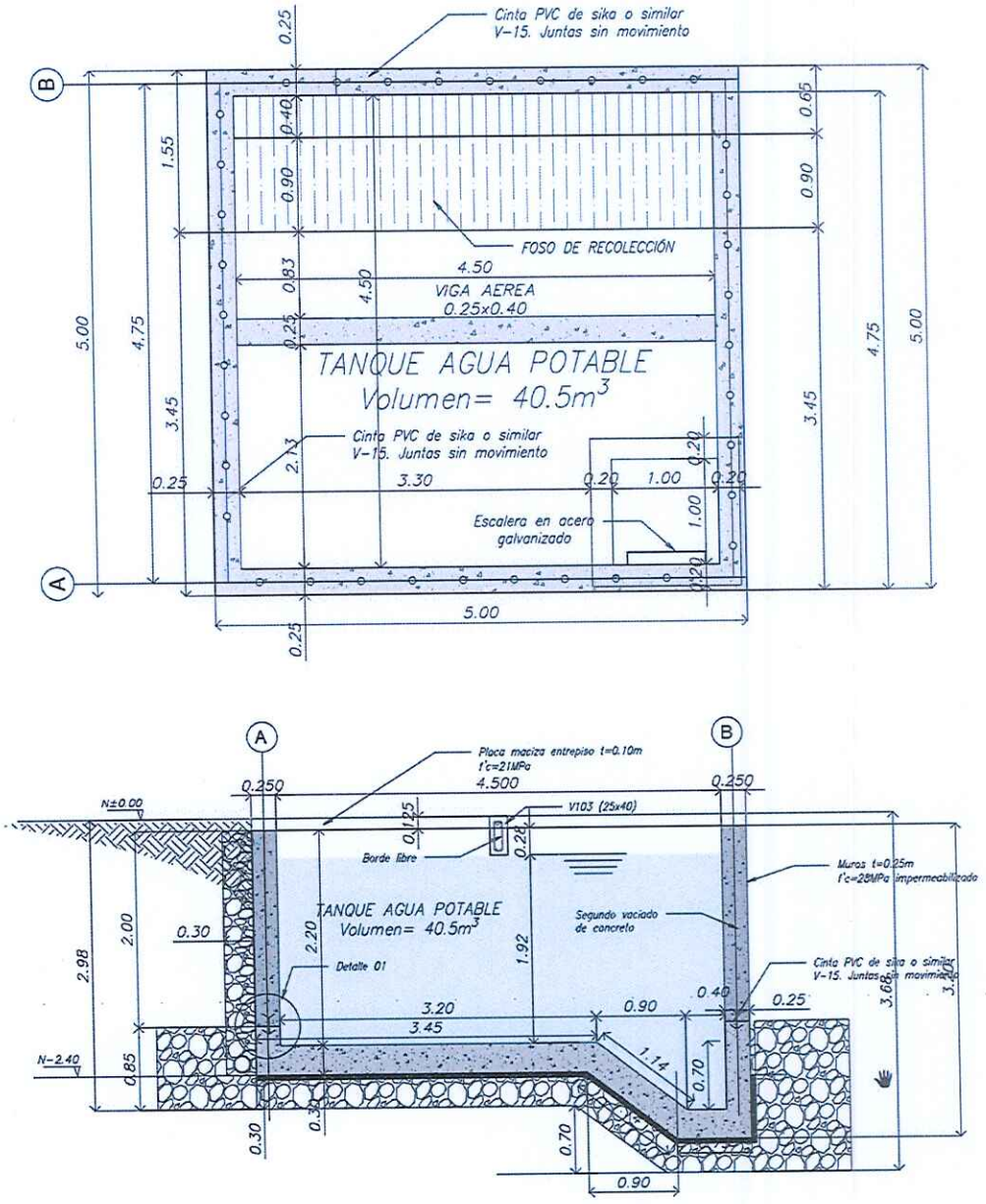


Imagen 1 Modelo estructural de tanque

1. EVALUACIÓN DE CARGA

2.1. Cargas aplicadas

DESCRIPCIÓN	CARGA VERTICAL	CARGA HORIZONTAL
D (TANQUE LLENO)	125.45 ton	---
L (CARGA VIVA)	0.50 ton/m^2	---
SP (EMPUJE DEL SUELO)	---	$H_{0.00}$= 0.00ton/m^2 $H_{3.20}$=2.18 ton/m^2
SD (CARGA SOBREPUESTA)		$H_{0.00}$= 0.193ton/m^2 $H_{3.20}$=0.193ton/m^2
E (MONONOBE & OKABE)		3.277 ton/m

2.1.1 Peso propio

Corresponde al peso de los elementos, los cuales son objeto del diseño.

2.1.2 Carga Viva.

Se considera una carga viva sobre la placa del tanque de 200kg/m^2.

2.1.3 Empuje del suelo.

El empuje del suelo aplicado a los muros, se asimila a un empuje hidrostático. Se estimará una sobrecarga de 0.50 t/m^2, colocada alrededor del tanque.

EMPUJE DEL SUELO			
ɣ (t/m^3)	h (m)	Ka	W (t/m^2)
1.761	0.0	0.386	0.00
1.761	3.2	0.386	2.18

SOBRECARGA			
W1 (t/m^2)	h (m)	Ka	W (t/m^2)
0.50	0.0	0.386	0.193
0.00	3.2	0.386	0.193

2.1.4 Carga sísmica

Debido que el tanque será subterráneo, las fuerzas sísmicas que viajan por el suelo pudiesen ver afectada en la condición de tanque vacío. Por lo que se calculará la fuerza sísmica por el método de Mononobe & Okabe.

Departamento	Cundinamarca		
Municipio	Bogotá D.C.		
Parámetros sísmicos			
Aceleración pico del terreno	PGA	0.25	
Coeficiente de aceleración horizontal	K_h	0.125	
Coeficiente de aceleración vertical	K_v	0	
Geotécnia			
Peso específico	$\gamma_{relleno}$	17.6	kN/m^3
Ángulo de fricción del suelo	ϕ	26.3	
Ángulo de inercia sísmica	θ_{MO}	7.13	
Inclinación del muro respecto a la vertical	β	0	
Ángulo de fricción en la interface muro - relleno	δ	0.49	
Ángulo de inclinación de la superficie del rellen	i	0	
Mononobe - Okabe	Kae	0.472	
Empuje activo	Ka	0.386	
Empuje sísmico activo	Ke	0.09	
Porcentaje de variación		22%	
Fuerza sísmica activa	P_{AE}	58.99	kN
Altura libre del muro	h	3.20	m
Altura equivalente de sobrecarga	h'	0.57	m
Reducción de R			
Coeficiente de disipación de energía	R	1.8	
Coeficiente de disipación de energía básico	R_0	2.0	
Irregularidad en planta	ϕ_p	0.9	
Irregularidad en altura	ϕ_a	1.0	
Ausencia de redundancia	ϕ_r	1.0	
Fuerza sísmica aplicada	E	32.77	kN / m

2.2. Combinaciones de carga

Combinaciones de carga NSR-10 Resistencia	
Comb1	1.4D
Comb2	1.2D + 1.6L + 1.6H + 0.5G
Comb3	1.2D + 1.6G + 1.0L
Comb4	1.2D + 1.0L + 0.5G
Comb5	1.2D + 1.0H + 1.0L
Comb6	0.9D + 1.6H
Comb7	0.9D + 1.0E + 1.6H

Combinaciones de carga NSR-10 Servicio	
Comb8	1.0D
Comb9	1.0D + 1.0L + 1.0H
Comb10	1.0D + 1.0H + 1.0G
Comb11	1.0D + 1.0H + 0.75L+0.75G
Comb12	1.0D + 1.0H
Comb13	1.0D + 1.0H + 0.7E
Comb14	1.0D + 1.0H + 0.75(0.7E) + 0.75L + 0.75G

Comb15	06D + H
Comb16	06D + 0.7E + H

2.3. Interacción suelo estructura.

La placa se encuentra puesta directamente contra el suelo de fundación; para el modelo matemático se puede considerar que el suelo tiene un comportamiento elástico (Ley de Hooke) que es inversamente proporcional a la reacción aplicada:

El módulo de reacción K o coeficiente de asentamiento se calculó por el método de Bowles mediante la utilización del software GeoStru LoadCap, el cual arrojó un valor de 9522,06kN/m3

Es correcto correlacionar el comportamiento del suelo con el de un resorte para simular una adecuada distribución de las cargas aplicadas. El valor obtenido corresponde a una constante global, para la modelación de elementos finitos se debe distribuir una serie de resortes locales.

2.4. Aplicación de cargas

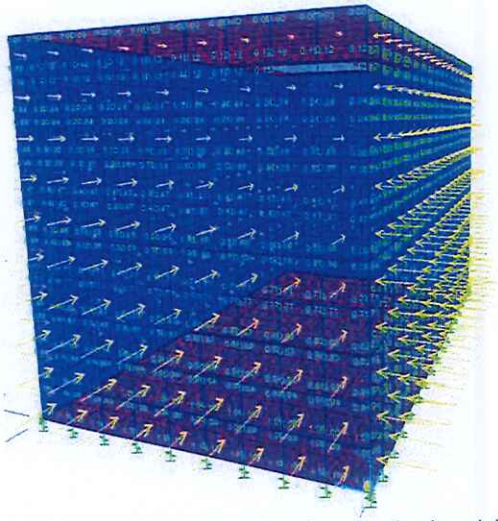


Imagen 2 Cargas de empuje del suelo aplicado al modelo

2.5. Características geotécnicas del suelo de fundación.

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARCILLA		Nc:	7.16
Peso especifico del suelo KN/m^3	16.50	Nq:	1.88
Cohesión (KN/m^2)	40.00	Ny:	0.71
Angulo de fricción, (grados)	7		

DATOS INICIALES TIPO DE SUELO			
ESTRATO DE ARENA		Nc:	22.25
Peso especifico del suelo KN/m^3	16.20	Nq:	11.85
Cohesión (KN/m^2)	0.00	Ny:	12.54
Angulo de fricción, (grados)	26		

2. VERIFICACIONES

3.1. Esfuerzos máximos sobre el terreno

ESFUERZO APLICADO AL TERRENO COMBINACIONES ESTÁTICAS						
OutputCase	StepType	GlobalFZ	AREA	STRESSES	qa	FS
Text	Text	t	m^2	t/m^2	t/m^2	
D + L + H		405.12	69.7	5.81	7.935	1.4

Los esfuerzos máximos sobre el terreno de fundación serán de $5.81 t/m^2$, para la capacidad portante de suelo se obtiene un factor de seguridad admisible de 1.40.

3.2. Efecto de la fuerza de flotación

Fuerza de flotación		
$P_{flotación}$	54.70	t
ρ_{agua}	1000	kg/m^3
g	9.81	m/s^2
NF	2.20	m
H_{tk}	3.00	m
A_{tv}	69.7	m^2
$H_{sumergido}$	0.80	m
$V_{sumergido}$	55.76	m^3
$P_{tk\ vacio}$	143.25	t
FS	2.62	

Fuerza de flotación		
$P_{flotación}$	143.20	t
ρ_{agua}	1000	kg/m^3
g	9.81	m/s^2
NF	0.91	m
H_{tk}	3.00	m
A_{tv}	69.7	m^2
$H_{sumergido}$	2.09	m
$V_{sumergido}$	145.97	m^3
$P_{tk\ vacio}$	143.25	t
FS	1.00	

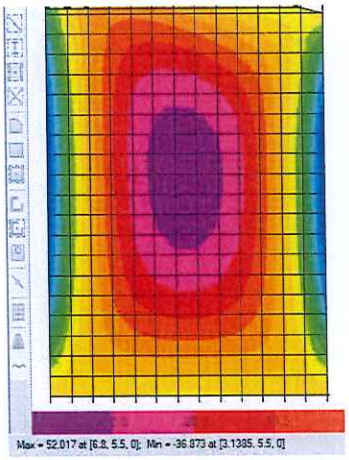
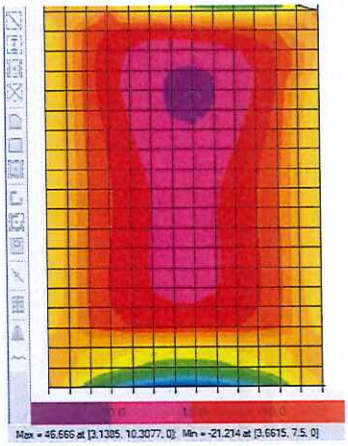
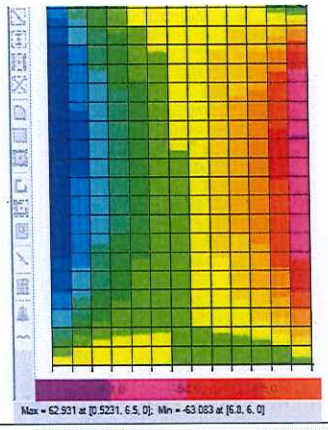
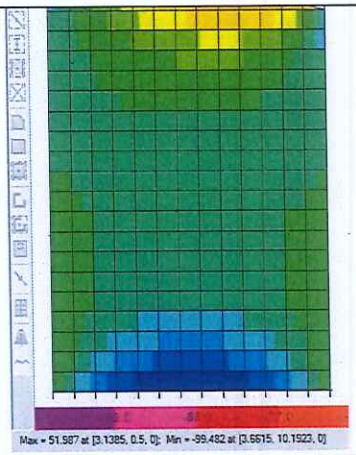
Se presentan dos casos de fuerzas por flotación, siendo la condición de tanque vacío. La primera se considera para el NF obtenido en el estudio de suelos el cual fue encontrado a 2.20m de la superficie, así pues, se obtiene un Factor de Seguridad de 2.62. Sin embargo, se analiza el nivel máximo al que puede estar sometido de NF el tanque sin afectar la estabilidad del tanque en condición vacía, de 0.91m.

Por lo tanto, se deberá realizar un filtro tipo dren francés perimetralmente, con profundidad de 1.00m. conectado a cajas de inspección, las cuales deberán mantener un sistema de drenaje por gravedad o bombeo mecánico.

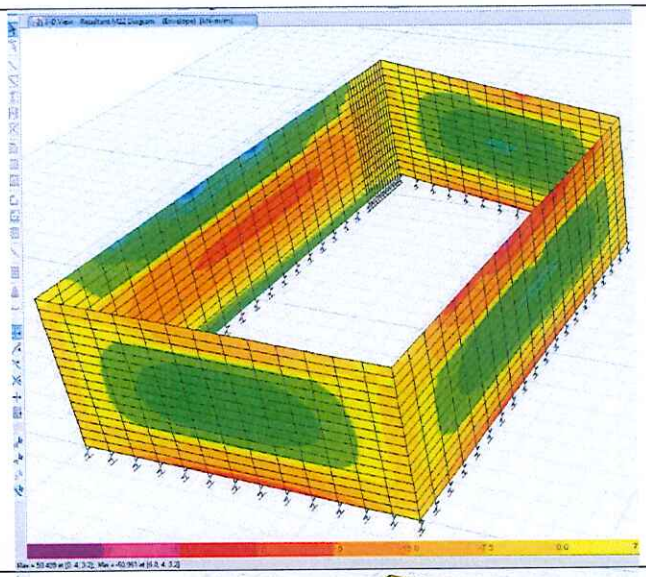
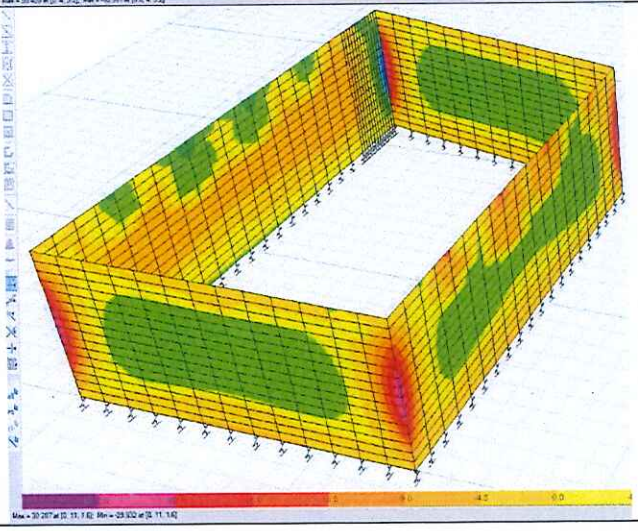
4. DISEÑO ESTRUCTURAL

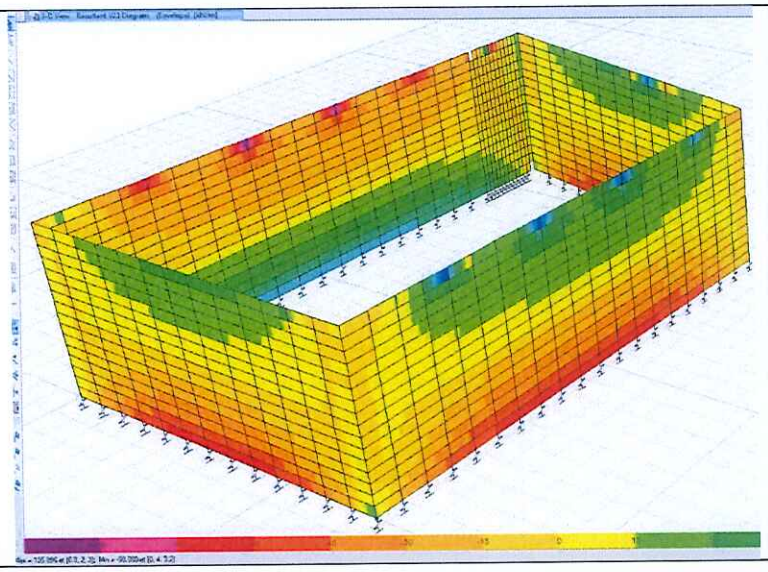
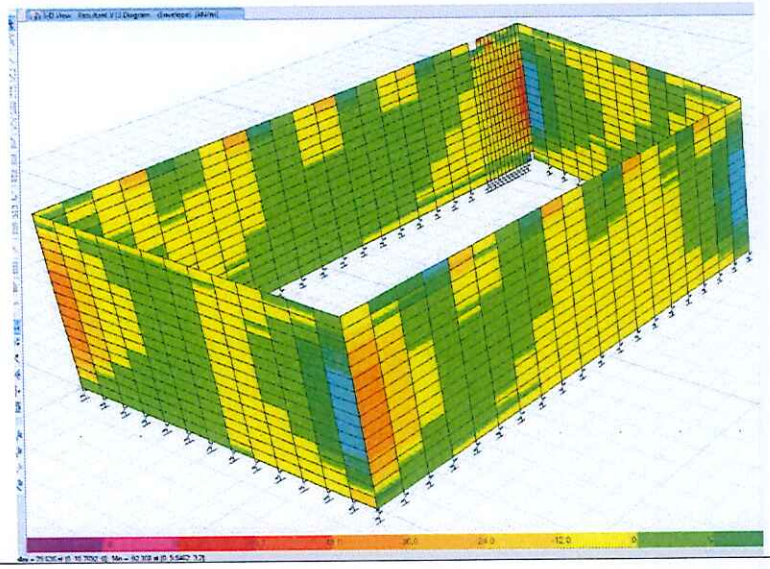
4.1. Reacciones internas (t/m)

Losa de contrapiso

	Momento 1-1 Cara superior $M_{max} =$ 36.87 kNm Cara inferior $M =$ $52.02kNm$ Comb2		Momento 2-2 Cara superior $M_{max} =$ $21.21kNm$ $M =$ $46.66Nm$ Comb2
	Cortante $V_{max} =$ $63.08kN$ Comb2		Cortante $V_{max} =$ $99.48kN$ Comb2

Muros

	Momento 2-2 $M_{max} =$ 50.50 kNm $M_{min} =$ $-50.96 kNm$
	Momento 1-1 $M_{max} =$ 30.28 kNm $M_{min} =$ $-29.93 kNm$

	Cortante $V_{max} =$ $105.90kN$
	Cortante $V_{max} =$ $92.31kN$

4.2. Diseño de losa contrapiso (t/m)

Espesor de la losa

Se escoge un espesor de losa de acuerdo al código NSR-10. Siguiendo los límites de luz larga libre y perímetro libre. Tabla C.9.5(c)

Espesor de la placa		
B	1.00	m
L	6.8	m
e_{muro}	0.25	m
$L_{Perímetro}$	13.6	m
ℓ_n	6.3	m
t_1	0.08	m
t_2	0.21	m
$t_{adoptado}$	0.30	m

Se optó por un espesor de losa de 300mm.

Revisión para fuerza cortante

El valor máximo de fuerza cortante es 99.5 kN/m.

Resistencia a cortante		
ϕ	0.75	
Vu	99.50	kN
b	1.00	m
d	0.25	m
f'c	28.00	MPa
ϕVc	165.36	kN
ϕVc > Vu		ok!
FS	**1.66**	

La resistencia a cortante del concreto es suficiente para disipar la cortante aplicada.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PLACA EN CONCRETO REFORZADO

ELEMENTO **PLACA CONTRAPISO** SECCIÓN COMBINACIÓN Comb 2 Apoyo

Geometría		
b	1.00	m
h/e	0.30	m
rec.	0.05	m
d	0.250	m
A	300000	mm^2
I_{x-x}	2.E+09	mm^4
I_{y-y}	3.E+10	mm^4
Material		
f'c	28	*MPa*
Fy	420	*MPa*
Cuantías de diseño NSR-10		
β_1	0.85	
ρ_{bal}	0.02833	
ρ_{max}	0.02125	
ρ_{min}	0.0033	
Flexión Arriba		
ϕ	0.90	m
Mu	79.52	kN-m
Mn	75.69	kN-m
ρ_{min}	0.00337	
As	841	mm^2 / m
Flexión Abajo		
Mu	0.00	kN-m
Mn	75.69	kN-m

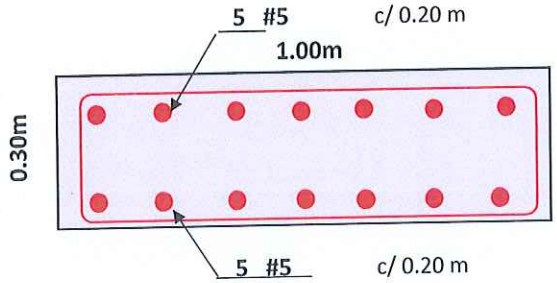
ρ_{min}	0.00000	
As	825	mm^2 / m
Cortante		
ϕ	0.75	m
Vu	97.9	kN
ϕVc	165.4	kN
ϕVc > Vu	ok!	
ϕVs	74.8	kN
Barra #	3	
Av	71	mm^2
Fy	420	N/mm^2
s	150	mm
s_{max}	125	mm
Ramales	2	
ϕVs + ϕVc	**240.18**	kN
Torsión		
ϕTn	11.40	kNm
ϕ	0.75	
Acp	0.3	m^2
Pcp	2.6	m
Tu	0.00	kNm
ϕTn>Tu	Cumple	

Arriba

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
5	5/8"	198	5	990	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	990	225

Abajo

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
5	5/8"	198	5	990	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	990	225



Jorge David Montenegro López
Ing Civil. M.Sc. Estructuras
tel: 312-5936427

DISEÑO ESTRUCTURAL DE PLACA EN CONCRETO REFORZADO

ELEMENTO **PLACA ENTREPISO** | SECCIÓN | COMBINACIÓN RESISTENCIA | Apoyo

Geometría	
b	1.00 m
h/e	0.125 m
rec.	0.04 m
d	0.085 m
A	125000 mm^2
I_{x-x}	2.E+08 mm^4
I_{y-y}	1.E+10 mm^4

Material	
f'c	21 *MPa*
Fy	420 *MPa*

Cuantías de diseño NSR-10	
β_1	0.85
ρ_{bal}	0.02125
ρ_{max}	0.01594
ρ_{min}	**0.0022**

Flexión Arriba	
ϕ	0.90 m
Mu	10.63 kN-m
Mn	5.85 kN-m
ρ_{min}	0.00389
As	331 mm^2 / m

Flexión Abajo	
Mu	10.63 kN-m
Mn	5.85 kN-m
ρ_{min}	0.00389
As	331 mm^2 / m

Cortante	
ϕ	0.75 m
Vu	45.78 kN
ϕVc	48.7 kN
ϕVc > Vu	ok!
ϕVs	25.4 kN
Barra #	3
Av	71 mm^2
Fy	420 N/mm^2
s	150 mm
s_{max}	42.5 mm
Ramales	2
ϕVs + ϕVc	**74.13** kN

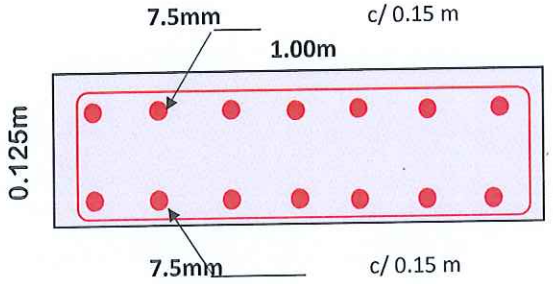
Torsión	
ϕTn	1.98 kNm
ϕ	0.75
Acp	0.125 m^2
Pcp	2.25 m
Tu	0.00 kNm
ϕTn>Tu	Cumple

Arriba

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
	0 "	44	8	353	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	353	150

Abajo

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
3	3/8"	45	8	360	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	360	150



Usar malla electrosoldada 7.5mm

Jorge David Montenegro López
Ing Civil. M.Sc. Estructuras
tel: 312-5936427

DISEÑO ESTRUCTURAL DE MURO EN CONCRETO REFORZADO

ELEMENTO **MURO REF** | SECCIÓN | COMBINACIÓN SERVICIO | Apoyo

Geometría		
b	1.00	m
h/e	0.25	m
rec.	0.05	m
d	0.200	m
A	250000	mm^2
I_{x-x}	1.E+09	mm^4
I_{y-y}	2.E+10	mm^4

Material		
f'c	28	*MPa*
Fy	420	*MPa*

Cuantías de diseño NSR-10		
β_1	0.85	
ρ_{bal}	0.02833	
ρ_{max}	0.02125	
ρ_{min}	**0.0030**	

Flexión Arriba		
ϕ	0.90	m
Mu	50.96	kN-m
Mn	44.16	kN-m
ρ_{min}	0.00337	
As	674	mm^2 / m

Flexión Abajo		
Mu	50.50	kN-m
Mn	44.16	kN-m

ρ_{min}	0.00334	
As	668	mm^2 / m

Cortante		
ϕ	0.75	m
Vu	105.9	kN
ϕVc	132.3	kN
ϕVc > Vu	ok!	
ϕVs	59.9	kN
Barra #	3	
Av	71	mm^2
Fy	420	N/mm^2
s	150	mm
s_{max}	100	mm
Ramales	2	
ϕVs + ϕVc	**192.14**	kN

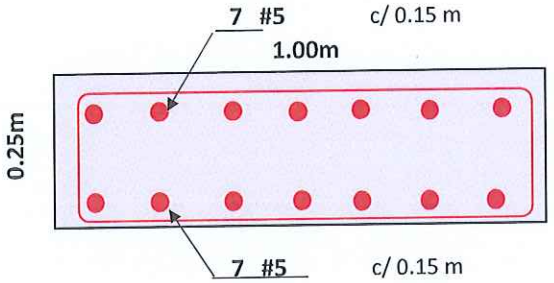
Torsión		
ϕTn	8.23	kNm
ϕ	0.75	
Acp	0.25	m^2
Pcp	2.5	m
Tu	0.00	kNm
ϕTn>Tu	Cumple	

Arriba

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
5	5/8"	198	7	1386	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	1386	150

Abajo

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
5	5/8"	198	7	1386	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	1386	150



Jorge David Montenegro López
Ing Civil. M.Sc. Estructuras
tel: 312-5936427

DISEÑO ESTRUCTURAL DE VIGAS EN CONCRETO REFORZADO

ESTRUCTURA	PLACA TANQUE ALMACENAMIENTO	CÓDIGO	NSR-10	APOYO	CONTINUO
ELEMENTO	VIGA ENTREPISO	COMBINACIÓN	MAX y MIN	UNIDADES	SI
SECCIÓN	25x40				

Geometría

b	0.25	m
h/e	0.40	m
rec.	0.05	m
d	0.350	m
A	100000	mm^2
I_{x-x}	1.E+09	mm^4
I_{y-y}	5.E+08	mm^4

Material

f'c	21	*MPa*
Fy	420	*MPa*

Cuantías de diseño NSR-10

β_1	0.85	
ρ_{bal}	0.02125	
ρ_{max}	0.01594	
ρ_{min}	**0.00333**	

Flexión Arriba

ϕ	0.90	m
Mu	0.00	kN-m
Mn	37.07	kN-m
ρ_{min}	0.00000	
As	292	mm^2 / m

Flexión Abajo

Mu	110.02	kN-m
Mn	37.07	kN-m
ρ_{min}	0.00950	
As	832	mm^2 / m

Cortante

ϕ	0.75	m
Vu	69.85	kN
ϕVc	50.12	kN
ϕVc > Vu	Diseñar a corte	
ϕVs	78.6	kN
Barra #	3	

A_v	71	mm^2
F_{yt}	420	N/mm^2
s_v	200	mm
s_{max}	175	mm
L_{REQ}	1.00	m
Ramales	2	
ϕVs + ϕVc	128.68	kN ok!

Torsión

ϕTn	2.19	kNm
ϕ	0.75	
Acp	0.1	m^2
Pcp	1.3	m
Tu	1.00	kNm
ϕTn>Tu	Cumple	
ph	0.86	m
Aoh	0.0406	m^2
σ_{V+T}	0.30	MPa
σ_{cr}	2.70	MPa
$\sigma_{V+T} \leq \sigma_{cr}$	Sección suficiente	
Ao	0.035	m^2
Barra #	3	
A_T	71.3	mm^2
θ	45	
Ramales	1	
ph/8	0.108	m
s_T	1.550	m

Estribos V+T

Barra #	3	
$A_{VAR.}$	71	mm^2
Ramales	2	
Combinado	0.76	mm
s_{V+T}	200	mm
	214 ≥ 34	ok!
	214 ≥ 42	ok!

Refuerzo longitudinal a torsión

A_ℓ	136	mm^2
Fyt	420	*MPa*
Var $_{min}$ #	3	
# filas	2	
$A_{\ell T}$	0	mm^2

Arriba

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
5	5/8"	198	2	396	
3	3/8"	71	-	0	
			Total	396	150

292

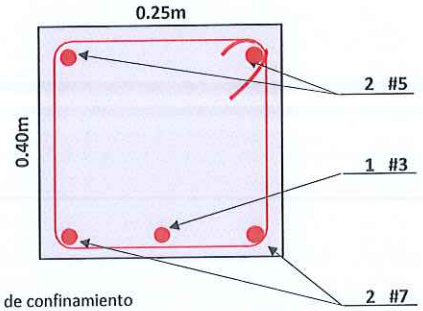
Abajo

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
7	7/8"	388	2	776	
3	3/8"	71	1	71	
			Total	847	75

832

Medio

#	Var.	A (mm^2)	Cant.	Total (mm)	S (mm)
4	1/2"	127	0	0	



Zona de confinamiento
E #3 @ 200mm L = 1.00

Jorge David Montenegro López
Ing Civil. M.Sc. Estructuras
tel: 312-5936427

JORGE DAVID MONTENEGRO L.
INGENIERO CIVIL Msc

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo JORGE DAVID MONTENEGRO LÓPEZ identificado con 80.163.756 de Bogotá D.C. en mi calidad de Ingeniero Civil como especialista en diseño estructural y matrícula profesional No. 25202-165415 CND certifico que realicé el DISEÑO ESTRUCTURAL DE TANQUE SUBTERRANEO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTALE EN LA VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO DEPARTAMENTO DEL META. correspondiente al proyecto CONSTRUCCIÓN ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO, PISTA DE PATINAJE Y PISTA DE ATLETISMO EN LA VILLA OLÍMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO DEPARTAMENTO DEL META, fue realizado bajo los siguientes parámetros:

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 decreto 926 de 2010. Incluye las modificaciones introducidas en los Decretos 2525 de 2010, 092 de 2011, 340 de 2012, 945 de 2017 y 2113 de 2019.

Declaro que asumo la responsabilidad del, el DISEÑO ESTRUCTURAL DE TANQUE SUBTERRANEO PARA ALMACENAMIENTO DE AGUA POTALE, además de exonerar de responsabilidad alguna a quien los ejecute siempre y cuando se ciña a lo especificado en planos y memorias. Se anexa para fines pertinentes la copia de la matrícula profesional y el certificado de vigencia de la misma.

Atentamente,

Nombre: JORGE DAVID MONTENEGRO LÓPEZ
Título: Ingeniero Civil
Matrícula profesional No.: 25202-165415 CND

Villavicencio. octubre 10 de 2023

CARRERA 40 #5A- 41 SUR
CEL: 312-593 6427
Villavicencio

REPUBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA

COPNIA



MATRICULA PROFESIONAL No.

25202165415CND

INGENIERO CIVIL

DE FECHA **19/02/2009**

JORGE DAVID
MONTENEGRO LOPEZ
C.C. 80163756
UNIVERSIDAD DE LA SALLE

PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2664256

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que FRANK RODRIGUEZ SANABRIA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1032390839, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-243348 desde el 18 de Enero de 2013, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 89.

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

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

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los cuatro (04) días del mes de Abril del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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

CONSORCIO INTERESCENARIOS

EL SUSCRITO ESPECIALISTA ESTRUCTURAL

CERTIFICA QUE:

Se cumple con la normatividad vigente, especificaciones y normas técnicas colombianas aplicables NSR-10, cuyos resultados se encuentran consignados tanto en las memorias de diseño como en los anexos, debidamente firmados.

En consecuencia, asumo mi responsabilidad sobre todo(s) el (los) diseño(s) relacionados anteriormente para las estructuras de concreto y estructuras metálicas del proyecto " CONSTRUCCIÓN DE LOS ESCENARIOS DEPORTIVOS MULTIPROPÓSITO DE LA VILLA OLIMPICA DEL MUNICIPIO DE VILLACENCIO META.".

La presente certificación se firma el día 02 (dos) del mes de enero del 2024.

Nombre: **Diego Giovanny Parra Torres.**
Especialista en Estructuras
T.P 15202147450 BYC

COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2024-2814136

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que DIEGO GIOVANNY PARRA TORRES, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 7184270, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 15202-147450 desde el 25 de Octubre de 2007, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 679.

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

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

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

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintidos (22) días del mes de Junio del año dos mil veinticuatro (2024).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

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