

 NHSQ INGENIERIA "Profesionales Forjando País"	ESTUDIO N°: EG-109-13 PAGINAS: 1 DE 42		TITULO: ESTUDIO GEOTECNICO TEATRO CAMOA SAN MARTIN DE LOS LLANOS – META	
Este documento es propiedad de NHSQ INGENIERIA 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.	DEPARTAMENTO META	MUNICIPIO SAN MARTIN DE LOS LLANOS	FECHA DE ENTREGA AGOSTO DE 2015	
ELABORADO Y APROBADO POR:  ING. NÉSTOR H. SUAREZ QUINONES Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos				
SOLICITANTE: JAMES ORJUELA GAMBA HECTOR JAVIER AVILA MONROY	PROYECTO: ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION – TEATRO CAMOA			

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	5
2	OBJETIVO GENERAL	5
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	6
3.1	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	7
3.2	INFORMACIÓN EXISTENTE	7
4	ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO	7
4.1	LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA REGIONAL DEL PROYECTO	7
5	METODOLOGÍA	8
5.1	TRABAJO EN CAMPO	8
5.2	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	9
5.3	ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) (USO DE TUBERÍA)	9
5.4	INVESTIGACIÓN DEL LABORATORIO	10
5.5	ENSAYOS DE LABORATORIO	10
6	PERFIL ESTRATIGRÁFICO PROMEDIO	11
7	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	12
8	CONDICIONES DEL PROYECTO	13
8.1	SÍSMICAS	13
8.2	COEFICIENTE DE IMPORTANCIA	13
8.3	NIVEL FREÁTICO	14
8.4	TOPOGRAFÍA	14
9	ANÁLISIS GEOTÉCNICO	14

ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - TEATRO CAMOA

9.1	CONSIDERACIONES GENERALES	14
9.2	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD PORTANTE	15
9.3	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS.	19
9.4	EFFECTOS LOCALES	21
10	RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN	24
10.1	MÉTODO CONSTRUCTIVO	24
10.2	EXCAVACIÓN PARA LAS ZAPATAS	24
11	CONCLUSIONES	25
12	BIBLIOGRAFÍA	27

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Profundidad de sondeos.....	9
Tabla 2 Velocidad de onda.....	12
Tabla 3 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10.....	13
Tabla 4 Definición de zona de amenaza sísmica.....	13
Tabla 5 Valores del coeficiente de Importancia NSR-10.....	14
Tabla 6 Registro de nivel freático.....	14
Tabla 7 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas.....	15
Tabla 8 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos.....	15
Tabla 9 Cálculo de la capacidad de carga de 0.50 a 1.25.....	17
Tabla 10 Cálculo de la capacidad de carga de 1.50 a 6.00.....	18
Tabla 11 Cálculo de Asentamientos.....	20
Tabla 12 Clasificación del suelo.....	21
Tabla 13 Coeficiente Fa periodos cortos.....	22
Tabla 14 Coeficiente Fa periodos cortos.....	23

LISTADO DE IMÁGENES

Imagen 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo.....	6
Imagen 2 Ubicación de los sondeos.....	6
Imagen 3 Plano geológico de departamento del Meta.....	7
Imagen 4 Altura de cimentación recomendada edificación.....	24

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Registro Fotográfico.....	28
Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio 1.....	30
Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio 2.....	31
Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio 3.....	32
Anexo 5 Matricula Profesional.....	33

1 GENERALIDADES

En atención a la solicitud de los ingenieros James Orjuela y Héctor J. Avila se ejecutaron trabajos exploratorios con el fin de realizar el estudio geotécnico para el proyecto: "Estudio Patología de la Construcción – Teatro Camoa" departamento del Meta. Este estudio ha sido ejecutado de acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 TITULO H.

Este informe presenta un resumen de la evaluación de los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, análisis de ingeniería, capacidad admisible y las recomendaciones de cimentación para el proyecto. El estudio geotécnico no cuenta dentro de su alcance con análisis de estabilidad de taludes, análisis de asentamientos por consolidación o estudio y análisis de suelos expansivos.

2 OBJETIVO GENERAL

Definir las características actuales del suelo que permitan presentar un diagnóstico de la actual estructura y las recomendaciones de cimentación e Interacción Suelo – Estructura.

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 sobre la cual se cimenta la actual edificación.
- Establecer parámetros básicos físicos y mecánicos para el estudio patológico
- 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.
- Detectar la posición del nivel de aguas freáticas (NAF).
- Establecer la profundidad adecuada para la cimentación de estructuras teniendo en cuenta la capacidad portante y demás características del suelo.

3 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El área en estudio se encuentra en el departamento del Meta, en el municipio de San Martín de los Llanos, con dirección carrera 7 con calle 7. A continuación se muestra la localización general donde se realizaron los sondeos.

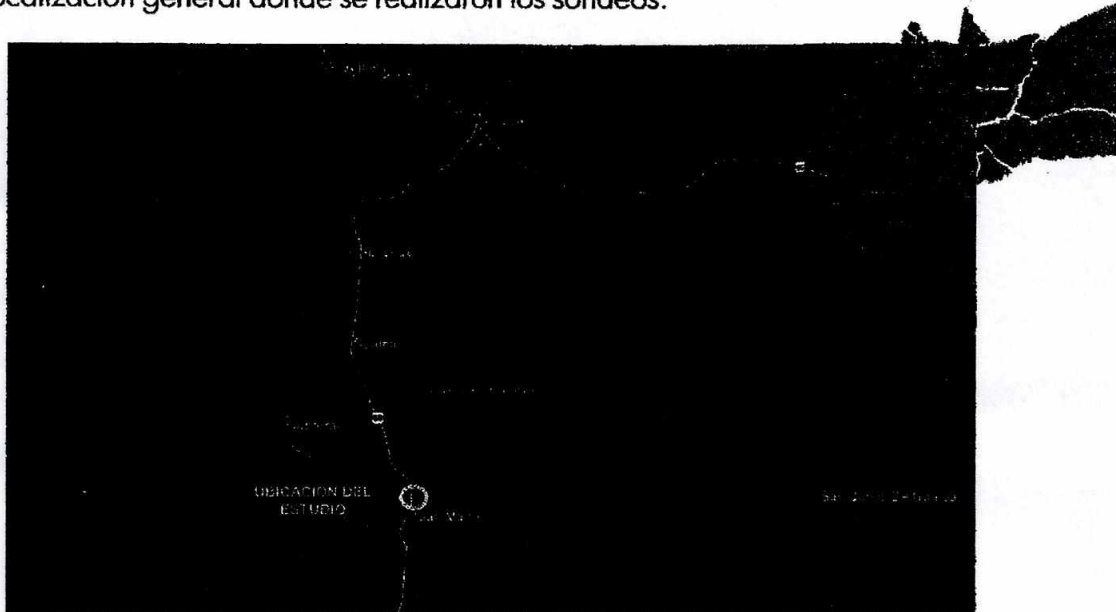


Imagen 1 Localización general del sitio donde se realizó la exploración de campo.
Fuente Suministrada por el interesado

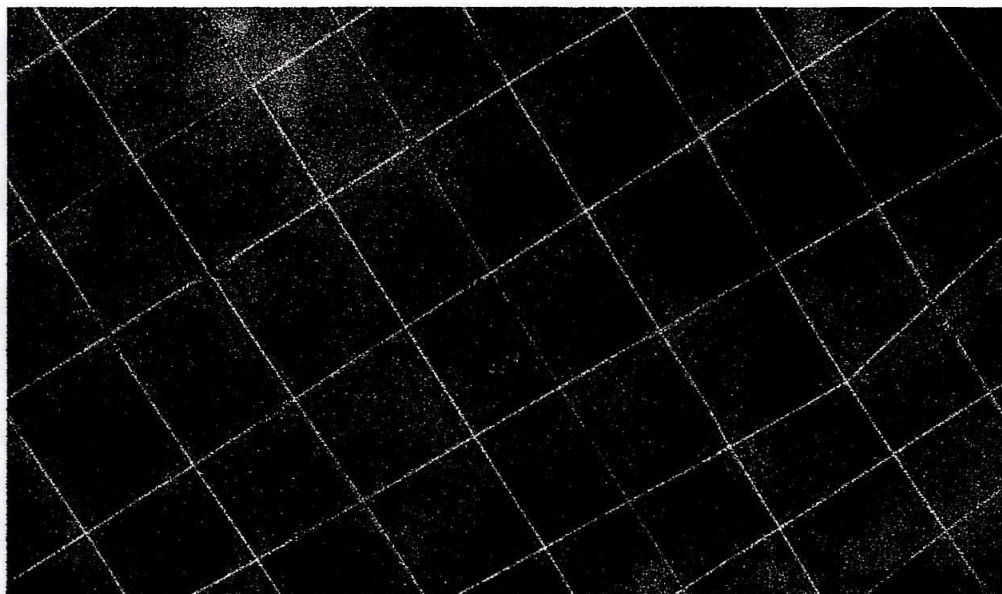


Imagen 2 Ubicación de los sondeos

3.1 Descripción general del proyecto

Se pretende realizar una adecuación de la estructura actual del Teatro Camoa del Municipio de San Martín de los Llanos, según datos del interesado la estructura será de tres niveles. Los sitios escogidos para los ensayos se realizaron dentro del área construida conforme una verificación in situ de las condiciones presentes.

3.2 Información existente

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

4 ENTORNO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Todo proyecto a 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.

4.1 Localización geológica regional del proyecto

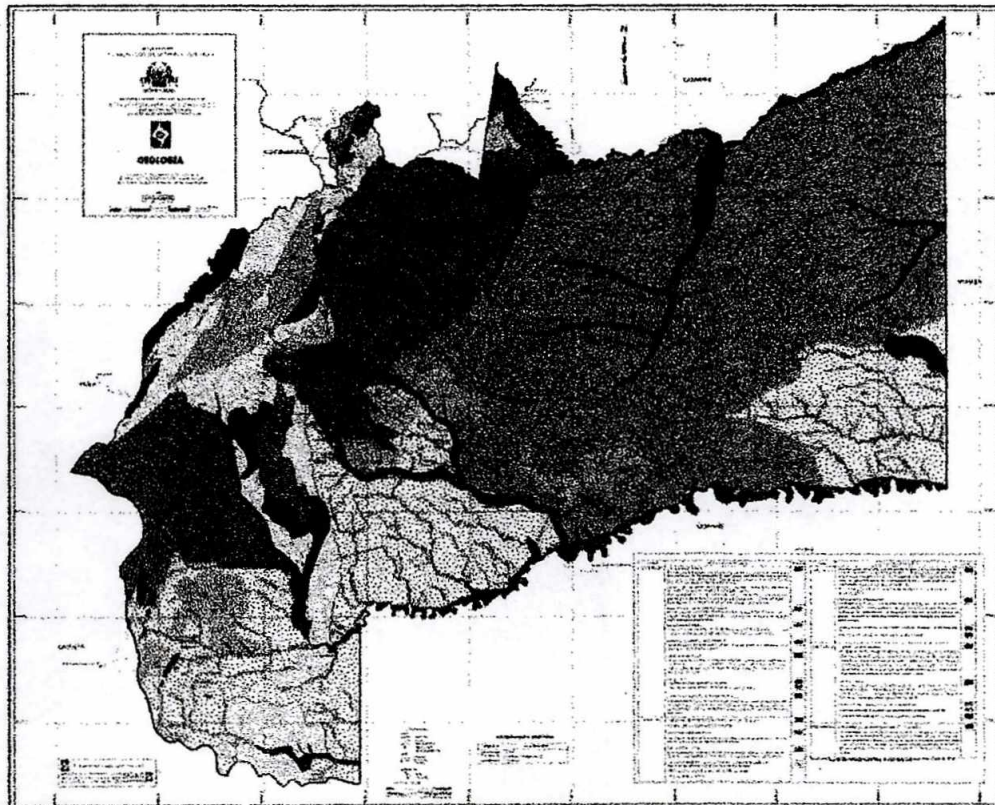


Imagen 3 Plano geológico de departamento del Meta

El proyecto se ubica en el Municipio de San Martín de los Llanos, el cual ha sido formado por una serie de eventos geológicos dominados principalmente por la tectónica regional y la modelación geomorfológica de los periodos geológicos recientes. La conformación estratigráfica de la zona del proyecto se compone de la siguiente manera: La vertiente Este de la Cordillera Oriental está constituida por afloramientos rocosos de dirección NNE-SSW. Esquistos metamórficos ordovicianos afloran en forma de inclusiones entre las lutitas y las areniscas cretácicas. En la parte baja de la cordillera se encuentran depósitos terciarios que afloran hacia el Este.

5 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.
 - ✓ 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.

5.1 Trabajo en Campo

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

5.2 Exploración del subsuelo

Con el fin de determinar la estratigrafía del terreno en los sitio del proyecto, 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.

Se efectuaron un total de tres (03) sondeos, realizados con equipo manual; estas perforaciones alcanzaron una profundidad variable hasta 6.00m aproximadamente a partir del nivel de terreno, encontrando rechazo a esta profundidad. Los sondeos fueron definidos como (S1) al (S3). La relación de los sondeos efectuados y su localización en esta etapa del estudio es la que se presenta en la tabla 1:

Tabla 1 Profundidad de sondeos.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	COORDENADAS	
		NORTE	OESTE
S1	6.00.	3°41'37.60"N	73°41'47.50"O
S2	6.00.	3°41'37.60"N	73°41'47.80"O
S3	4.50 y rechazo.	3°41'37.90"N	73°41'47.10"O

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).

5.3 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 maestreteado 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".

5.4 Investigación del Laboratorio

Al laboratorio NHSQ INGENIERIA ingresaron muestras de tres (03) 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 1, 2 y 3 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.

5.5 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", 3/4", 1/2", 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)

6 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:

6.1 Sondeo 1 y 2.

- Los primeros centímetros se encuentra placa de concreto, soportada sobre un relleno.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 1.50m encontramos un material clasificado como A-6 CL material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena color café.

- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 1.50m encontramos un material clasificado como A-6 CL material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad arenosa con grava, color café.

6.2 Sondeo 3.

- Los primeros centímetros se encuentra placa de concreto, soportada sobre un relleno.
- Seguido del estrato anterior y hasta una profundidad de 4.50m encontramos un material clasificado como A-6 CL material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena color café. A esta profundidad encontramos rechazo.

Nota importante: 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 sucesivo.

7 CLASIFICACIÓN DEL SUELO

Se clasifica los perfiles del suelo según A.2.4-1 de la norma NSR-10 teniendo en cuenta la velocidad de onda.

Entonces para los sondeos S1-S2-S3 el N promedio es: 13

Según la norma NSR-10 el tipo de perfil del suelo encontrado teniendo en cuenta la velocidad de onda de corte:

Tabla 2 Velocidad de onda.

INVESTIGADORES	ECUACION	N (promedio)	RESULTADO
Imai y Yoshimura (1970)	$V_s = 76 * N^{0.33}$	13	177 m/s
Ohba y Toriumi (1970)	$V_s = 86 * N^{0.31}$	13	190 m/s
Ohta y Goto	$V_s = 85.34 * N^{0.348}$	13	208m/s

Según el artículo A.2.4.4 – definición del tipo de perfil de suelo es D.

Tabla 3 Clasificación de los perfiles de suelo NSR-10.

PARAMETROS SISMICOS		
A.2.4.4 CLASIFICACION DE LOS PERFILES DEL SUELO		
TIPO DE PERFIL	DESCRIPCION	DEFINICION
D	PERFILES DE SUELOS RIGIDOS QUE CUMPLAN CON EL CRITERIO DE VELOCIDAD DE LA ONDA DE CORTANTE	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	PERFILES DE LOS SUELOS RIGIDOS QUE CUMPLAN CUALQUIERA DE LAS DOS CONDICIONES	$50 > \bar{N} > 15,0$ $100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > S_u > 50 \text{ kPa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$

8 CONDICIONES DEL PROYECTO

8.1 Sísmicas

El municipio de San Martín de los Llanos se encuentra ubicado en una zona de amenaza sísmica alta según NSR-10 - Apéndice A-4 - Valores de A_a , A_v , A_e y A_d y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos.

Tabla 4 Definición de zona de amenaza sísmica

DEPARTAMENTO DEL META					
MUNICIPIO	A_a	A_v	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	A_e	A_d
San Martín de los Llanos	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02

8.2 Coeficiente de importancia

Según la NSR-10 la edificación a construir se clasifica como Grupo II – Estructuras de ocupación especial – Cubre las siguientes estructuras:

(a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón, (b) Graderías al aire libre donde pueda haber más de 2000 personas a la vez, (c) Almacenes y centros comerciales con más de 500 m² por piso, (d) Edificaciones de hospitales, clínicas y centros de salud, no cubiertas en A.2.5.1.1. (e) Edificaciones donde trabajen o residan más de 3000 personas, y (f) Edificios gubernamentales. Cuyo coeficiente de importancia para este proyecto es 1.10

Tabla 5 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

8.3 Nivel freático

Las alturas del registro de nivel freático encontrado se presentan en la tabla 6, cabe resaltar que los sondeos se realizaron en el mes de diciembre de 2013.

Tabla 6 Registro de nivel freático

SONDEO 1	NIVEL FREATICO "m"
S1	--
S2	--
S3	--

8.4 Topografía

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

9 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 las obra proyectada, se llevó a cabo el diseño geotécnico mediante el análisis de capacidad portante.

9.1 Consideraciones Generales

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

Tabla 7 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para arcillas

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

NC, Normalmente consolidados

OCR, Suelos sobreconsolidados

SPT, Ensayo STANDAR PENETRATION TEST

E, Modulo de rigidez del suelo

Tabla 8 Correlación entre SPT y valores de resistencia de suelos para suelos arenosos

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

E = Modulo de Young

Cr = Compacidad relativa

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

De acuerdo con las características geotécnicas encontradas, en los perfiles y la presencia de arcillas y considerando la magnitud aproximada de las cargas de la estructura, se considera la posibilidad de cimentar sobre el primer estrato después de haber realizado la limpieza y descapote del sector.

9.2 Análisis de la Capacidad Portante

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

La ecuación utilizada corresponde al principio general de la capacidad de carga expuesta por Terzagui para este tipo de suelos. De acuerdo a la profundidad de emplazamiento y ancho de los cimientos, se definió la siguiente:

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

Dónde:

- C: Cohesión del suelo;
 q_{ult} : Capacidad de carga o capacidad portante;
 $\sigma(D)$: Esfuerzo efectivo a nivel de la cimentación;
 N_c, N_q y N_γ : factores de capacidad de carga basados en el ángulo de fricción interna del suelo de fundación, adimensionales;
 γ : Peso unitario del suelo que está debajo de la cimentación;
B: Ancho de la cimentación.

En las tablas 9 y 10, 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 9 Cálculo de la capacidad de carga de 0.50 a 1.25

Angulo de fricción obtenido de la correlacion con la compacidad (Hunt 1.984)									
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO									
ESTRATO DE ARCILLA		Cl. A-6		Nc:		6.81			
Peso específico del suelo KN/m ³		17.60		Nq:		1.72			
Cohesión (KN/m ²)		30.00		Ny:		0.57			
Angulo de fricción, (grados)		6							
CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS									
				CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m ²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm ²)		
Profundidad del suelo				Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies	1.00	1.20	1.40	1.00	1.20	1.40		
0.50	1.64	224.50	225.51	226.51	2.25	2.26	2.27		
0.75	2.46	232.06	233.06	234.06	2.32	2.33	2.34		
1.00	3.28	239.61	240.61	241.62	2.40	2.41	2.42		
1.25	4.10	247.16	248.16	249.17	2.47	2.48	2.49		
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	1.20	1.40	1.00	1.20	1.40		
0.50	1.64	74.83	75.17	75.50	0.75	0.75	0.76		
0.75	2.46	77.35	77.69	78.02	0.77	0.78	0.78		
1.00	3.28	79.87	80.20	80.54	0.80	0.80	0.81		
1.25	4.10	82.39	82.72	83.06	0.82	0.83	0.83		

Tabla 10 Cálculo de la capacidad de carga de 1.50 a 6.00

Angulo de fricción obtenida de la correlación con la compacidad (Hunt 1.984)								
DATOS INICIALES TIPO DE SUELO								
ESTRATO DE GRAVA ARCILLOSA GC A-2-4					Nc:	7.53		
Peso específico del suelo KN/m ³					19.90	Nq:	2.06	
Cohesión (KN/m ²)					35.00	Ny:	0.86	
Angulo de fricción, (grados)					8			
CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA PARA ZAPATAS								
			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (KN/m ²)			CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA (Kg/cm ²)		
Profundidad del suelo			Diferentes valores de B (m)			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies		1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.50	4.92		333.60	337.88	342.16	3.34	3.38	3.42
1.75	5.74		343.85	348.13	352.40	3.44	3.48	3.52
2.00	6.56		354.10	358.37	362.65	3.54	3.58	3.63
2.25	7.38		364.34	368.62	372.90	3.64	3.69	3.73
2.50	8.20		374.59	378.87	383.15	3.75	3.79	3.83
4.00	13.12		436.08	440.36	444.64	4.36	4.40	4.45
5.00	16.40		477.08	481.36	485.63	4.77	4.81	4.86
6.00	19.69		518.07	522.35	526.63	5.18	5.22	5.27
CALCULO CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m²) PARA B>= 0,80mts								
			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (KN/m ²)			CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE (Kg/cm ²)		
Profundidad del suelo			Diferentes valores de B, mts			Diferentes valores de B (m)		
mts	pies		1.00	1.50	2.00	1.00	1.50	2.00
1.50	4.92		111.20	112.63	114.05	1.11	1.13	1.14
1.75	5.74		114.62	116.04	117.47	1.15	1.16	1.17
2.00	6.56		118.03	119.46	120.88	1.18	1.19	1.21
2.25	7.38		121.45	122.87	124.30	1.21	1.23	1.24
2.50	8.20		124.86	126.29	127.72	1.25	1.26	1.28
4.00	13.12		145.36	146.79	148.21	1.45	1.47	1.48
5.00	16.40		159.03	160.45	161.88	1.59	1.60	1.62
6.00	19.69		172.69	174.12	175.54	1.73	1.74	1.76

9.3 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 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.

La ecuación utilizada para el cálculo de asentamientos es la siguiente:

Carga flexible :

• **Esquina :**

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

• **Centro :**

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

• **Valor medio :**

$$s = s(\text{centro}) \cdot 0.848$$

Carga rígida :

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

Cada uno de los asentamientos está calculado por carga rígida y por carga flexible. En la tabla 9, 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.

Tabla 11 Cálculo de Asentamientos

Carga admisible (q):	1.11 kg/cm ²	1.11 kg/cm ²
Módulo de Young (E):	100 kg/cm ²	100 kg/cm ²
Coefficiente de Poisson (v):	0.25	0.25
Ancho cimentación (b):	1.00 m	100 cm
Largo cimentación (l):	1.00 m	100 cm
m:		1.00
Ip:		0.56
Factor de seguridad:	1.20	1.20

Asentamientos Carga rígida (cm)	Asentamientos carga flexible				Carga total (T)
	Esquina (cm)	Centro (cm)	Valor medio (cm)		
1.11	0.70	1.40	1.19		11.12

Carga flexible:

• Esquina:

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

• Centro:

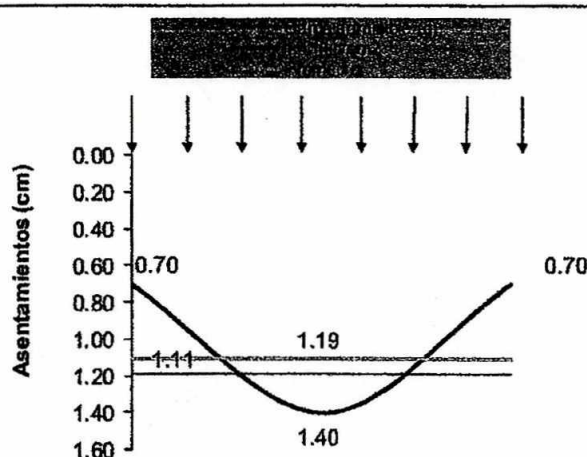
$$s = 2 \cdot q \cdot b \cdot \frac{1-v^2}{E} \cdot I_p$$

• Valor medio:

$$s = s(\text{centro}) \cdot 0.848$$

Carga rígida:

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



Las formulaciones para cálculo de asientos son sólo modelos matemáticos obtenidos mediante el estudio intensivo del comportamiento del terreno de determinadas zonas geográficas. Así mismo estos modelos matemáticos se obtienen mediante líneas de tendencias en los resultados, no mediante los resultados reales -que se alinean más o menos cerca de la línea de tendencia formando una nube de puntos-. Esto implica que hasta para ese terreno concreto haya márgenes de error, más aún los habrá para otros terrenos. En muchos libros de geotecnia pasan por alto esto, siendo así que se explica una simplificación de una simplificación -una simplificación del modelo matemático-. Lo cierto es que, en estudios realizados en otros tipos de

terrenos diferentes de los originales sobre los que se construyó el modelo matemático, se constatan variaciones sistemáticas -positivas o negativas- en los resultados.

Estas variaciones tienen valores comprendidos entre $\pm 20\%$ aproximadamente (entre el 80% del asiento teórico y el 120% del mismo). Por tanto, si se conoce esta variación se puede tener en cuenta. Si no se conoce es el técnico el que debe decidir el valor considera más adecuado.

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.

El asentamiento calculado gira alrededor de 7mm, asentamiento que se encuentra dentro del parámetro permitido para este tipo de estructuras.

9.4 Efectos locales

9.4.1 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 12 Clasificación del suelo

CRITERIOS PARA CLASIFICAR SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELOS TIPOS C, D o E			
TIPO DE PERFIL	Vs	N o Nch	Su
C	Entre 360 y 760 m/s	Mayor que 50	mayor que 100 kPa (=1kgf/cm ²)
D	Entre 180 y 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm ²)
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 kPa (=0.5 kgf/cm ²)

9.4.2 Valores del coeficiente F_a periodos cortos.

Según tabla A.2.4-3 de la NSR-10 el coeficiente para periodos cortos F_a es 1.6

Tabla 13 Coeficiente F_a periodos cortos

Tabla A.2.4.-3 VALORES DEL COEFICIENTE F_a , PARA LA ZONA DE PERIODOS CORTOS DEL ESPECTRO					
TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SISIMICOS				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
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	VEASE NOTA	VEASE NOTA	VEASE NOTA	VEASE NOTA	VEASE 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.

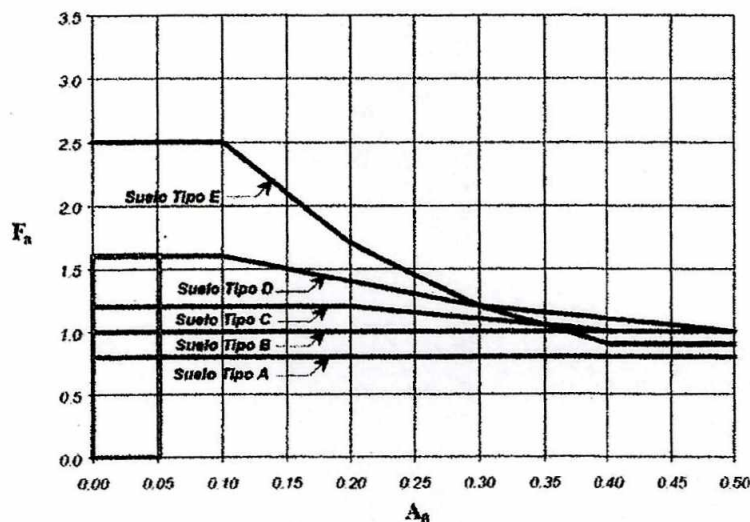


Figura A.2.4-1 - Coeficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de periodos cortos del espectro

9.4.3 Valores del coeficiente F_v periodos intermedios

Según tabla A.2.4-4 de la NSR-10 el coeficiente para periodos intermedios F_v es 2.2

Tabla 14 Coeficiente F_a periodos cortos

Tabla A.2.4.-4 VALORES DEL COEFICIENTE F_v PARA LA ZONA DE PERIODOS INTERMEDIOS DEL ESPECTRO					
TIPO DE PERFIL	INTENSIDAD DE LOS MOVIMIENTOS SÍSMICOS				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
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	VEASE NOTA	VEASE NOTA	VEASE NOTA	VEASE NOTA	VEASE 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.

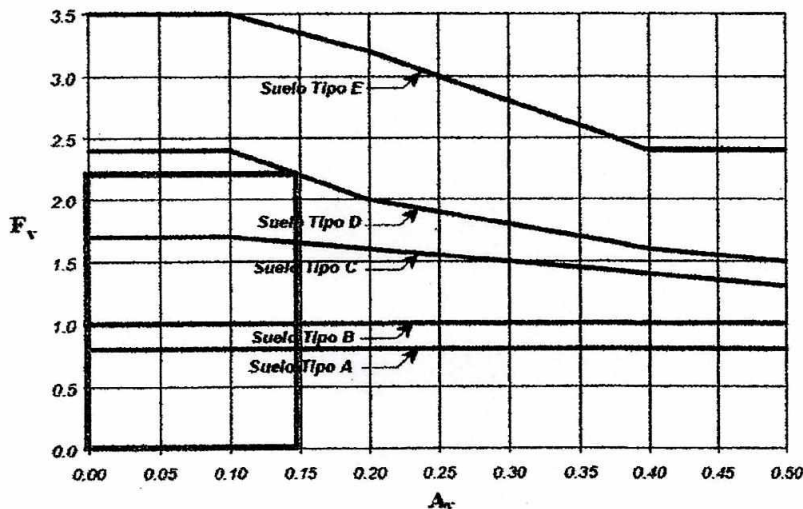


Figura A.2.4-2 — Coeficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro

10 RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN

Sistema de cimentación recomendado para la construcción son: zapatas aisladas, sus dimensiones dependen de cargas y peso de la estructura y la capacidad portante del terreno, estas trabajaran directamente sobre el terreno de arcilla color café, las zapatas estarán entrelazadas con viga de cimentación debidamente reforzada como lo exige el Código NSR-10. Cota de cimentación de recomendada las zapatas esta entre -1.50 metros con respecto al nivel del terreno existente en cada uno de los sitios. Se recomienda que esta se soporte sobre un relleno de 0.20m de material granular TM 2" debidamente nivelada y compactada al 90% del proctor modificado,

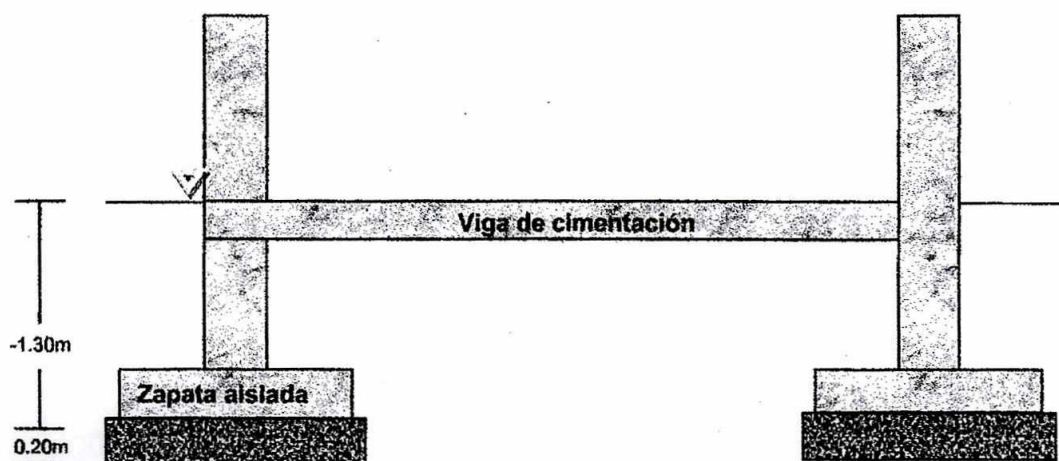


Imagen 4 Altura de cimentación recomendada edificación

10.1 Método constructivo

Luego de analizar los resultados del trabajo de campo, los ensayos realizados en el laboratorio, las propiedades mecánicas del suelo encontrado, y de acuerdo al nivel en que quedarán ubicadas las estructuras con respecto al nivel del terreno en el momento de la exploración y de estudiar las diferentes posibilidades de cimentación, se consideró como solución más adecuada desde el punto de vista económico e ingenieril, apoyar esta estructura empleando zapatas aisladas.

10.2 Excavación para las zapatas

Para la construcción de las zapatas, no es necesario efectuar entibado para la excavación de las mismas, se pulen para dejarlas relativamente lisas y se precede con el armado del acero y fundida del concreto.

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.

II CONCLUSIONES

- El municipio de San Martín de los Llanos es catalogado según la NSR-10 como una zona de riesgo sísmico intermedia.
- El predio tiene una superficie completamente plana.
- No se encontró registro de nivel freático.
- Según la NSR-10 el tipo de suelo para este proyecto es el Grupo II – Estructuras de ocupación especial – Cubre las siguientes estructuras: (a) Edificaciones en donde se puedan reunir más de 200 personas en un mismo salón. Coeficiente de importancia 1.10
- Los parámetros sísmicos son los siguientes:

DEPARTAMENTO DEL META					
MUNICIPIO	Aa	Av	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA	Ae	Ad
San Martín de los Llanos	0.05	0.15	Intermedia	0.04	0.02

- La altura de cimentación recomendada para las zapatas aisladas es de -1.50 metros en donde el terreno presenta una capacidad de carga promedio de $q_{(adm)} = 1.11 \text{ Kg/cm}^2$ o 11 Ton/m^2 .
- El asentamiento calculado es aproximado a 14 mm.

- El suelo de cimentación se clasifica como A-6 CL material sedimentario compuesto por arcilla de baja plasticidad con arena color café.
- Aunque para suelos estratificados no se tiene definida una teoría única sobre los asentamientos, estos son alrededor de 14 mm y se encuentra entre los asentamientos tolerables para las construcciones.
- 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. Es necesario complementar más perforaciones y ensayos de laboratorio si se presenta un cambio en altura mayor a 3 niveles.
- 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.

12 BIBLIOGRAFÍA

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



**NHSQ
INGENIERIA**

"Un profesional forjando país"
NIT. 79.877.431-2

Construcción
Consultoría e Interventoría de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION – TEATRO CAMOA

Anexo 1 Registro Fotográfico

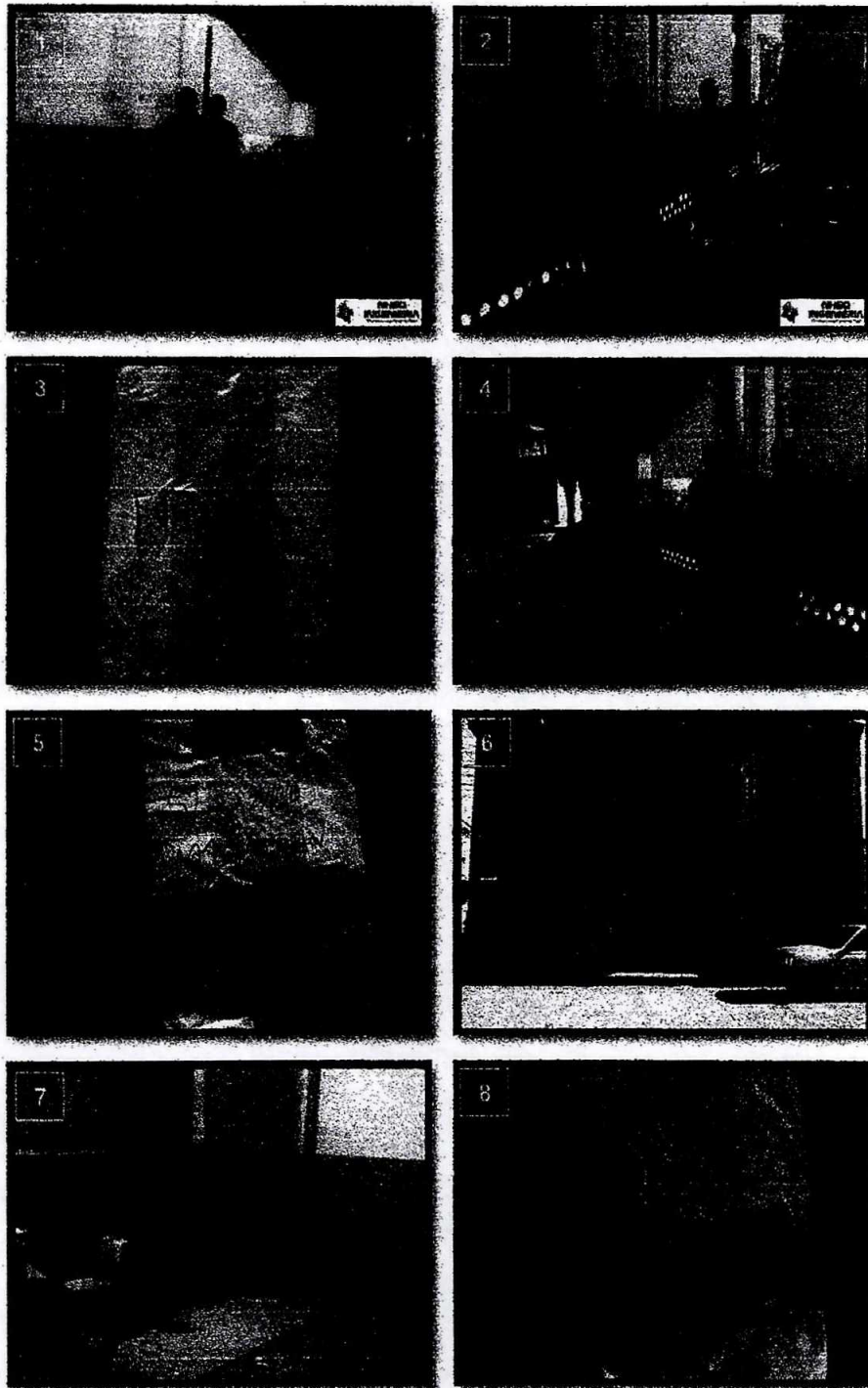


**NHSQ
INGENIERIA**

"Un profesional forjado país"
Nº. 79.677.431-2

Construcción
Consultoría e Interventoría de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - TEATRO CAMOA



En las imágenes se muestran los trabajos exploratorios de campo



NHSQ
INGENIERIA

"Un profesional forjando país"
NIT. 79.877.431 - 2

Construcción
Consultoría e Interventoría de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION – TEATRO CAMOA

Anexo 2 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio 1

SONDEO 1

OBJETO:	ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - TEATRO CAMOJA				MUNICIPIO:	SAN MARTIN DE LOS LLANOS
INTERESADO:	JAMES ORJUELA - HECTOR AVILA				DEPARTAMENTO:	META
LUGAR:	CALLE 7 CON CARRERA 7, SAN MARTIN DE LOS LLANOS				FECHA:	AGOSTO - 2015
	COORDENADAS:				SONDEO:	1
			NORTE (N):	3° 41' 37.6"		
			OESTE (O):	73° 41' 47.5"		

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	LL	LP	LP	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	g _s HUMEDA (g/cm ³)	g _d SECA (g/cm ³)
				N0-15	N15-30	N30-45	N45-60								
			PLACA DE CONCRETO												
			MATERIAL DE RELLENO												
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA COLOR CAFÉ	5	7	10	17	0.50-0.95					GRAVA 0.5%		
													ARENA 28.9%		
				8	9	11	20	1.00-1.45	6.3%	30.51	15.25	15.26	FINOS 70.6%	1.76	1.66
													SUMA 100%		
2.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CON GRAVA, COLOR CAFÉ	12	16	18	34	1.50-1.95							
				22	24	24	48	2.00-2.45							
3.00				26	25	25	50	2.50-2.95							
				21	25	26	51	3.00-3.45							
													GRAVA 17.1%		
4.00				25	28	29	57	3.50-3.95	6.4%	31.1	15.7	15.4	ARENA 25.2%	1.99	1.87
													FINOS 57.7%		
				29	29	29	58	4.00-4.45					SUMA 100%		
5.00				36	37	28	65	4.50-4.95							
				38	37	36	73	5.00-5.45							
6.00				29	29	37	66	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:

NESTOR HERRERA SUAREZ GUINONES
Esp. En Geotecnia Vial y Pavimentos.



NHSC
INGENIERIA

Consultoría e Ingeniería de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concreto y Pavimentos.

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

OBJETO: ESTUDIO PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - TEATRO CAMOJA

INTERESADO: JAMES ORUELA - HECTOR AVILA

LUGAR: CALLE 7 CON CARRERA 7, SAN MARTIN DE LOS LLANOS

FECHA: AGOSTO - 2015

DATOS FORMATO

CODIGO: E.S.001-12

VERSION: 1

FECHA: 08-04-12

SONDEO: 1

MUESTRA: 1

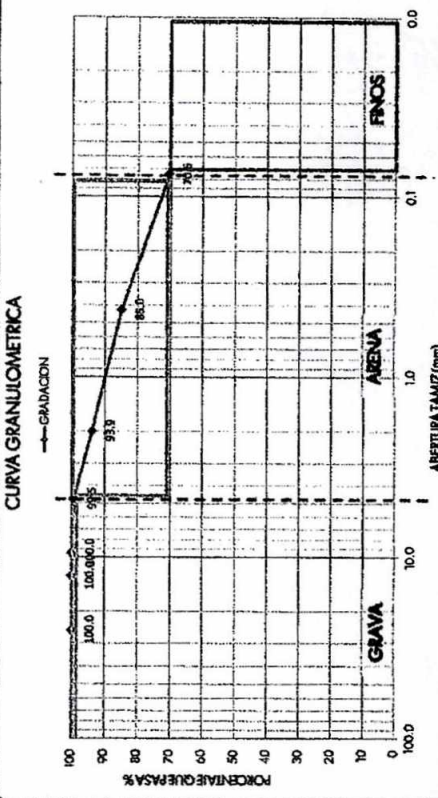
PROFUNDIDAD: 0.50 m-1.50 m

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA INV. E - 123 - 07

TAMIZ	Abertura (mm)	PSO RET	% RET	% RET AGUA	% PASA	W INICIAL	W FINAL
No.							
1"	25.4	0.0 g	0.0	0.0	100.0	188.8 g	55.6 g
1/2"	12.7	0.0 g	0.0	0.0	100.0		
3/8"	9.5	0.0 g	0.0	0.0	100.0		
4	4.75	1.0 g	0.5	0.5	99.5		
10	2	10.5 g	5.6	6.1	93.9		
40	0.425	16.8 g	8.9	15.0	85.0		
200	0.075	27.3 g	14.5	29.4	70.6		
FONDO		133.2 g	70.6	100.0	0.0		
SUMAS		188.8 g	100.00				

Porcentaje del material %	Grava	arena	finos
Grava	0.50%		
arena	26.92%		
finos	70.58%		
SUMA	100%		



CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

AASHO: A-6

U.S.C.S.: CL

MATERIAL: MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR AGUA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

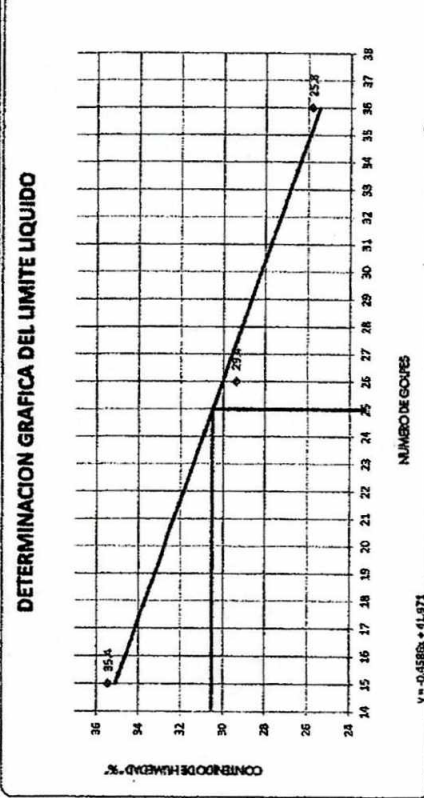
COLOR: CAFÉ

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

INV. E - 125 - 07 - INV. E - 126 - 07

LÍMITE LÍQUIDO	W RECHENTE (g)	W LA HUMEDAD + RECHENTE (g)	W LA HUMEDAD SECA + RECH (g)	% DE HUMEDAD	Nº GOLPES BRANCO
	27.5	26.1	29.4		
	20.3	21.7	23.4		
	35.4	29.4	25.8		
	15	26	30		

LÍMITE PLÁSTICO	23.5	27.0	23.4	15.2	15.3	PROMEDIO	15.25



DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

AASHO: A-6

U.S.C.S.: CL

MATERIAL: MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR AGUA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

COLOR: CAFÉ

EQUACION DE LA LINEA	a	b	x	y
	-0.4586	41.07	25	30.51

LÍMITE LÍQUIDO	30.51
LÍMITE PLÁSTICO	15.25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.26

OBSERVACIONES:

ELABORÓ:
NESTOR NERIAN SUAREZ GONZALEZ
Especialista En Geotecnia Vial y Pavimentos.

DATOS FORMATO

REG. NO. FE 5001-12

100%	100%
100%	100%

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

A: U8-U4-12

100

Gravimetric curve (CURVA GRANULOMÉTRICA) for the sample. The y-axis is labeled 'PORCENTAJE EQUIVALENCIA' (Percentage Equivalence) and ranges from 0 to 100. The x-axis is labeled 'GRADACION' (Sieve Size) and has markers for 100, 75, 60, 45, 30, 15, and 10 mesh. The curve starts at 100% for 100 mesh and decreases to approximately 25% for 10 mesh. Data points are labeled: 100.0, 85.5, 77.4, 72.6, and 57.0.

MATERIAL:	MATERIAL SEDIMENTARIO COMPLETO POR ACILIA DE BAJA PLASTICIDAD ATENOSA CON GRANA
COLOR:	CUE

LIMITE PLASTICO	23.5	25.3
	20.4	21.8
	15.3	16.1
	PROMEDIO	15.70

DETERMINACION GRAFICA DEL LIMITE LIQUIDO

EQUACION DE LA LINEA	a^o	-0.4137
	b^o	41.42

31.08	%M
-------	----

Page 10 of 10

11

BIBLIOTECAS

Anexo 3 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio 2

		RESUMEN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO, ENSAYO DE SPT Y LOS RESULTADOS DE LABORATORIO										Consultoría Cooperativa e Informativa de Obras Civiles Servicio de Laboratorio de Suelos, Concretos y Pavimentos.			
SONDEO 2															
OBJETO:	ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - TEATRO CAMOA										MUNICIPIO:	SAN MARTIN DE LOS LLANOS			
INTERESADO:	JAMES ORJUELA - HECTOR AVILA					COORDENADAS:	NORTE (N):	3°	41'	37.6"	FECHA:	AGOSTO - 2015			
LUGAR:	CALLE 7 CON CARREPA 7, SAN MARTIN DE LOS LLANOS						OESTE (O):	73°	41'	47.5"	SONDEO:	2			

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregido				COTA	% W	L.L	L.P	L.P	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)					
				N0-15	N15-30	N30-45	N45-60													
			PLACA DE CONCRETO																	
			MATERIAL DE RELLENO																	
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA COLOR CAFÉ	6	6	7	13	0.50-0.95	4.9%	30.71	15.60	15.11	GRAVA	11.0%	1.76	1.68				
																		ARENA	32.9%	
				7	10	11	21	1.00-1.45											FINOS	56.2%
																		SUMA	100%	
2.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CON GRAVA, COLOR CAFÉ	19	22	21	43	1.50-1.95	5.8%	29.09	14.50	14.59			2.00	1.89				
				25	29	28	57	2.00-2.45												
3.00				23	24	28	52	2.50-2.95												
				25	26	28	54	3.00-3.45												
4.00				26	27	24	51	3.50-3.95												
				26	21	27	48	4.00-4.45												
5.00				29	31	27	58	4.50-4.95												
			28	29	34	63	5.00-5.45													
6.00			29	26	27	53	5.50-5.95													

Observaciones

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

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

ELABORADO: 
 NESTOR F. SUAREZ QUINONES
 Esp. En Geotecnia Vial y Pavimentos.



INGENIERIA

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

Consultoría e Ingeniería de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concreto y Pavimentos.

OBJETO: ESTUDIO PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - TEATRO CAMOJA

INTERESADO: JAMES ORTUEZA - HECTOR ANITA

LUGAR: CALLE 7 CON CARRETERA 7, SAN MARTÍN DE LOS LLANOS

FECHA: AGOSTO - 2015

DATOS FORMATO

SONDEO: 2

VERSION: 1

FECHA: 08-04-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA: INV. E - 123 - 07

POCENTIAJE DEL MATERIAL %
GRAVA 10.93%
ARENA 32.86%
FINOS 56.19%
SUMA 100%

W INICIAL	W FINAL
315.0 g	138.0 g

TAMIZ	No.	Abertura (mm)	PESO RET	% RET	% RET ACUM	% PASA	W
1"	1	25.4	0.0 g	0.0	0.0	100.0	315.0 g
1/2"	2	12.7	3.2 g	1.0	1.0	99.0	138.0 g
3/8"	3	9.5	16.5 g	5.2	6.3	93.7	
4	4	4.75	14.8 g	4.7	11.0	89.0	
10	5	2.0	24.9 g	7.9	18.9	81.1	
40	6	0.425	20.7 g	6.5	25.4	74.6	
200	7	0.075	48.9 g	15.5	43.8	56.2	
FONDO	8		177.0 g	56.2	100.0	0.0	
SUMAS			315.0 g	100.00			



CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

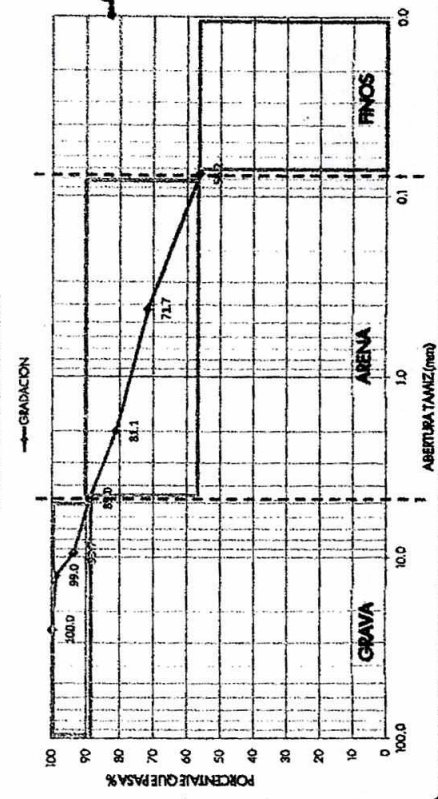
AASHTO: A-5

U.S.C.S.: SC

MATERIAL: MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

COLOR: CAFÉ

CURVA GRANULOMÉTRICA



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

INV. E - 125 - 07 - INV. E - 126 - 07

LÍMITE LÍQUIDO	W RECORRENTE (g)	W ALIQUOTA (g)	W ALIQUOTA + RECORRENTE (g)	W ALIQUOTA SECA + RECORRENTE (g)	% DE HUMEDAD	Nº GOTES EN PLASTO
	24.3	25.5	24.2	19.1	20.8	32
	17.8	19.5	19.1	15.4	15.9	15
	36.4	30.7	26.8			
	15	25	32			

LÍMITE PLÁSTICO	W	W	W	PROMEDIO
	23.7	27.1	23.4	15.60
	20.5	23.4	15.4	
	15.4	15.9		

LÍMITE LÍQUIDO	30.71
LÍMITE PLÁSTICO	15.60
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.11

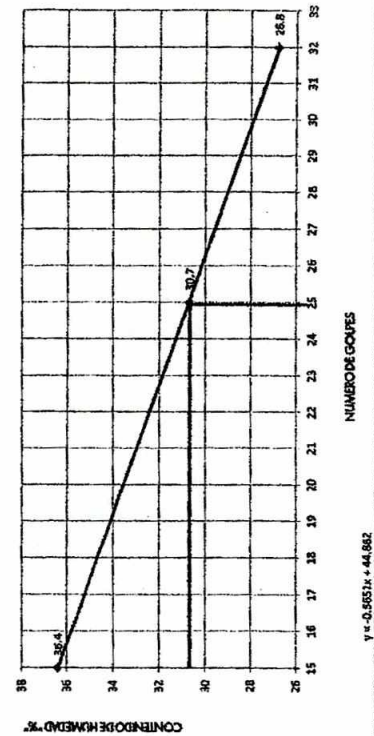
CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

AASHTO: A-6

U.S.C.S.: CL

EQUACIÓN DE LA LÍNEA
a = -0.5001
b = 44.86
n = 25
R² = 0.971

DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO



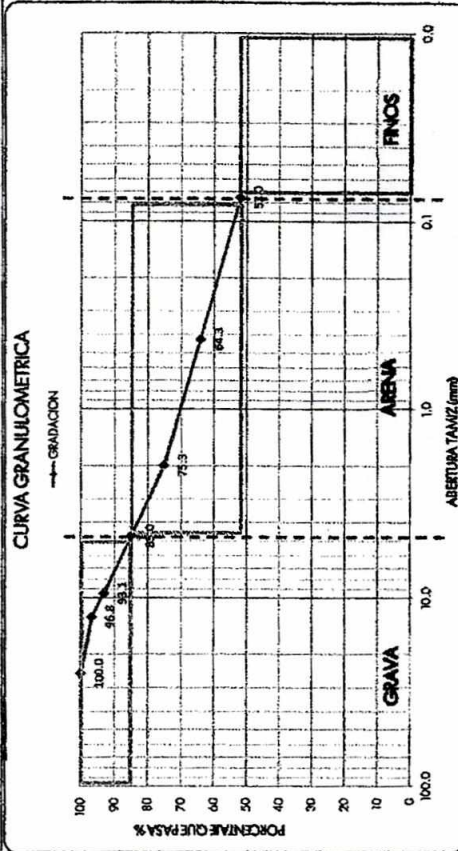
OBSERVACIONES:

ELABORADO: NECTOR HERNÁNDEZ RUÍZ
Esp. En Geotecnia Vial y Pavimentos.

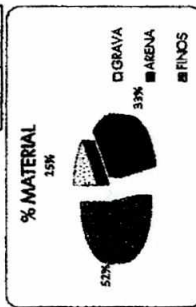
OBJETO:	ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION - TEATRO CAMOJA		
INTERESADO:	JAMES ORRUEJA - HECTOR AVILA		
LUGAR:	CALE 7 CON CARRERA 7, SAN MARTIN DE LOS LLANOS		
FECHA:	AGOSTO - 2015		
		SONDEO:	2
		MUESTRA:	2
		PROFUNDIDAD:	1.50 m-6.00 m
DATOS FORMATO			
CODIGO:			E.5.001-12
VERSION:			1
FECHA:			08-04-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA I, N.Y. E - 123 - 07



PORCENTAJE DEL MATERIAL %	
GRAVA	15.02%
ARENA	32.94%
FINOS	52.05%
SUMA	100%



TANIZ		Alcohol (amt)	PESO RET	% RET	% RET ACUM	% PASA	W INICAL	W FRUIT
No.								
1*	25.4		0.0 g	0.0	0.0	100.0		53.4 g
1/2*	12.7		16.4 g	3.2	3.2	96.8		246.2 g
3/8*	9.5		18.9 g	3.7	6.9	93.1		
4	4.75		41.8 g	8.1	15.0	85.0		
10	2		49.8 g	9.7	24.7	75.3		
40	0.025		56.4 g	11.0	35.7	64.3		
200	0.075		62.5 g	12.3	48.0	52.0		
		PONDO	267.2 g	52.0	100.0	0.0		
		SUMAS	513.4 g	100.00				

% MATERIA

15%

52%

CLASIFICACION DEL MATERIAL	
AASHTO:	A-6
U.S.C.S.:	CL

MATERIAL:	MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA
COLOR:	CON GRAVA CAFÉ

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

I.N.V. E-125-07 - I.N.V. E-126-07

LÍMITE LÍQUIDO		
W RECIENTE (g)		
W HUMEDA + RECIENTE (g)	36.5	37.3
W MUESTRA SECA + RECIP (g)	29.0	28.4
% DE HUMEDAD	36.1	22.0
NOTAS DEL ENSAYO	15	36

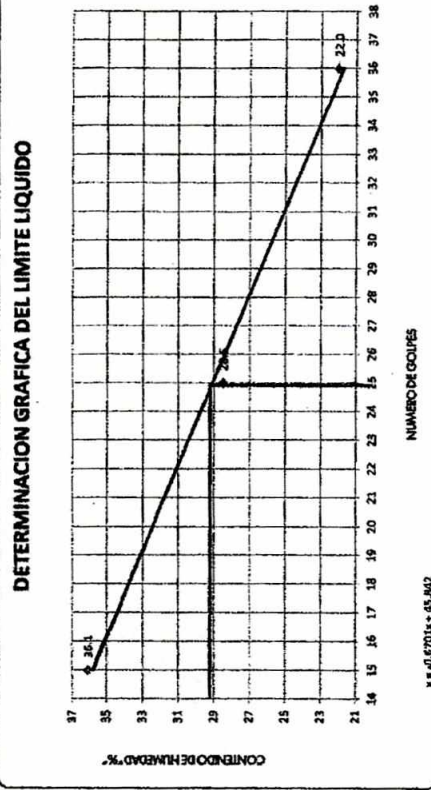
UNITE PLASTICO		
	23.6	23.0
	20.7	20.0
	14.2	14.8
PROMEDIO		14.50

LIMITE LIQUIDO	29.09
LIMITE PLASTICO	14.50
INDICE DE PLASTICIDAD	14.59

CLASIFICACION DEL MATERIAL	A-6	C1
	AASHTO:	U.S.C.S.:

Ecuación de la línea	a^*	-0,6701
	b^*	45,84
	x^*	25
	RM^2	29,09

MATERIAL:		MATERIAL: SERVIENTRATO COMPLETO POR ARILLA DE BAGA PLASTICA AEROSA
COLOR:		CON GRANA CAFÉ



CONSERVACIONES:

FL080807E

NESTOR HERNANDEZ QUIONES
Eso. En Gerencia Visual y Productivas.



**NHSQ
INGENIERIA**

"Un profesional forjando país"
Nº. 79.877.431 - 2

Construcción
Consultoría e Interventoría de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION – TEATRO CAMOA

Anexo 4 Registro estratigráfico y resultados de laboratorio 3

OBJETO:	ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION – TEATRO CAMOA							MUNICIPIO:	SAN MARTIN DE LOS LLANOS	
								DEPARTAMENTO:	META	
INTERESADO:	JAMES ORJUELA – HECTOR AVILA			COORDENADAS:	NORTE (N):	3 °	41 °	37.6 °	FECHA:	AGOSTO – 2015
LUGAR:	CALLE 7 CON CARRERA 7, SAN MARTIN DE LOS LLANOS				OESTE (O):	73 °	41 °	47.5 °	SONDEO:	3

ALTURA DEL SONDEO "m"	ESTRATO	PERFIL DEL SUELO SEGUN LA NSR-10	DESCRIPCION DEL MATERIAL	# DE GOLPES "N" no corregida				COTA	% W	LL	LP	I.P	PORCENTAJE DEL MATERIAL %	gs HUMEDA (g/cm3)	gd SECA (g/cm3)
				N0-15	N15-30	N30-45	N45-60								
			PLACA DE CONCRETO												
			MATERIAL DE RELLENO												
1.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA COLOR CAFÉ	6	6	8	14	0.50-0.95	5.0%	28.67	15.05	13.62	GRAVA 7.6% ARENA 38.0% FINOS 54.4% SUMA 100%	1.76	1.68
				10	10	12	22	1.00-1.45							
2.00			A-6 CL MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CON GRAVA, COLOR CAFÉ	17	18	14	32	1.50-1.95	5.9%	28.4	13.9	14.6	GRAVA 17.2% ARENA 27.4% FINOS 55.4% SUMA 100%	2.00	1.89
				21	24	21	45	2.00-2.45							
3.00				25	24	28	52	2.50-2.95							
				29	28	32	60	3.00-3.45							
4.00				35	28	29	57	3.50-3.95							



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

Construcción e Infraestructura de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

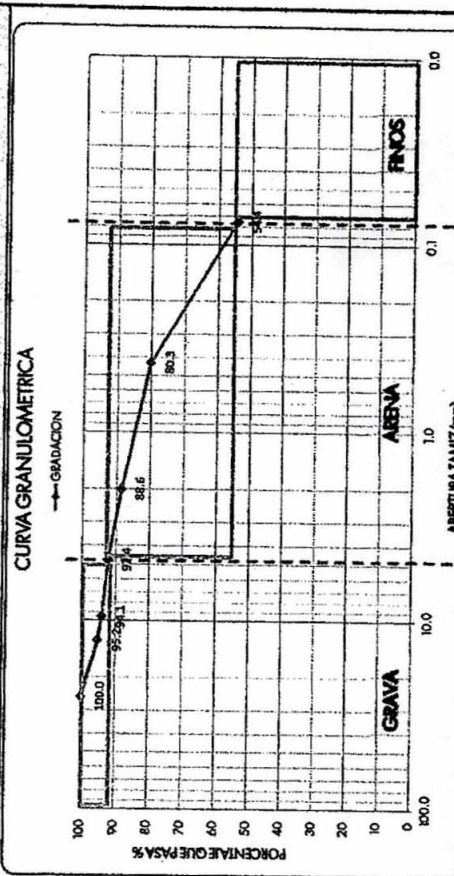
OBJETO: ESTUDIO PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - TEATRO CAMOÁ

INTERESADO: JAMES ORUELA - HECTOR AVILA
LUGAR: CALLE 7 CON CARRERA 7, SAN MARTÍN DE LOS LLANOS
FECHA: AGOSTO - 2015

DATOS FORMATO

SONDEO: 3
MUESTRA: 1
PROFUNDIDAD: 0.50 m - 1.50 m
CÓDIGO: E.S.001-12
VERSION: 1
FECHA: 08-04-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO NORMA IN.V. E - 123 - 07



POCENAJE DEL MATERIAL %
GRAVA 7.60%
ARENA 38.00%
FINOS 54.40%
SUMA 100%



TAMIZ	No.	Abertura (mm)	PESO RET	% RET	% RET ACUM.	% PASA	W INICIAL	W FINAL
1"	25.4	0.09	0.0	0.0	0.0	100.0	619.8 g	282.0 g
1/2"	12.7	20.5 g	4.8	4.8	4.8	95.2		
3/8"	9.5	7.0 g	1.1	5.9	94.1			
4	4.75	10.6 g	1.7	7.6	92.4			
10	2	26.3 g	3.8	11.4	88.6			
40	0.425	52.0 g	8.4	19.7	80.3			
200	0.075	160.2 g	25.8	45.6	54.4			
FONDO		337.2 g	54.4	100.0	0.0			
SUMAS		619.8 g	100.00					

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

ASHTO: A-6
U.S.C.S.: GC

MATERIAL: MATERIAL SEDIMENTARIO COMPUESTO POR ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA
COLORE: CAJE

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS IN.V. E - 125 - 07 - IN.V. E - 126 - 07

LÍMITE LÍQUIDO			
RECIPIENTE (g)			
W HUMEDAD + RECIPIENTE (g)	27.2	31.5	8.0
W MUESTRA SECA + RECIP (g)	20.3	24.5	6.5
DE HUMEDAD	94.2	28.7	22.5
	16	25	25
GOLPES ENSAYO			

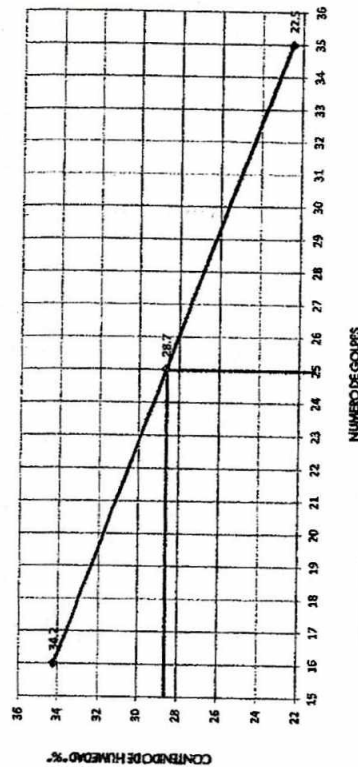
LÍMITE PLÁSTICO	
24.6	24.1
21.4	20.9
14.8	15.3
PROMEDIO	15.05

LÍMITE LÍQUIDO	28.07
LÍMITE PLÁSTICO	15.05
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.02

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL
ASHTO: A-6
U.S.C.S.: CL

ECUACIÓN DE LA LINEA
a = -0.6159
b = 41.07
y = 25
84W = 28.07

DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO



OBSERVACIONES:

ELABORÓ: NESTOR REYES
REVISÓ: NESTOR REYES
Rep. de Geotecnia y Pavimentos.



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

Consultoría e Intervención de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

OBJETO: ESTUDIO PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - TEATRO CAMOJA

INTERESADO: JAMES ORJUELA - HECTOR AVILA

LUGAR: CALLE 7 CON CARREERA 7, SAN MARTIN DE LOS LLANOS

FECHA: AGOSTO - 2015

SONDEO: 3
MUESTRA: 2
PROFUNDIDAD: 1.50 m - 4.50 m
FECHA: 08-04-12

DATOS FORMATO

CODIGO: E.S.001-12

VERSION: 1

FECHA: 08-04-12

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

NORMA L.N.V. E - 123 - 07

PORCENTAJE DEL MATERIAL %
GRAVA 17.23%
ARENA 27.58%
FINOS 55.38%
SUMA 100%

% MATERIAL



TAMIZ	Abertura (mm)	RETO RET	% RET	% RET ACUM	% PASA	W INICIAL	W FINAL
1"	25.4	0.0 g	0.0	0.0	100.0	230.4 g	230.4 g
1/2"	12.7	26.5 g	5.1	5.1	94.9		
3/8"	9.5	32.1 g	6.2	11.3	88.7		
4	4.75	30.4 g	5.9	17.2	82.8		
10	2	26.8 g	5.2	22.4	77.6		
40	0.425	49.8 g	9.6	32.1	67.9		
200	0.075	64.8 g	12.5	44.6	55.4		
PONDO		286.0 g	55.4	100.0	0.0		
SUMAS		516.4 g	100.00				

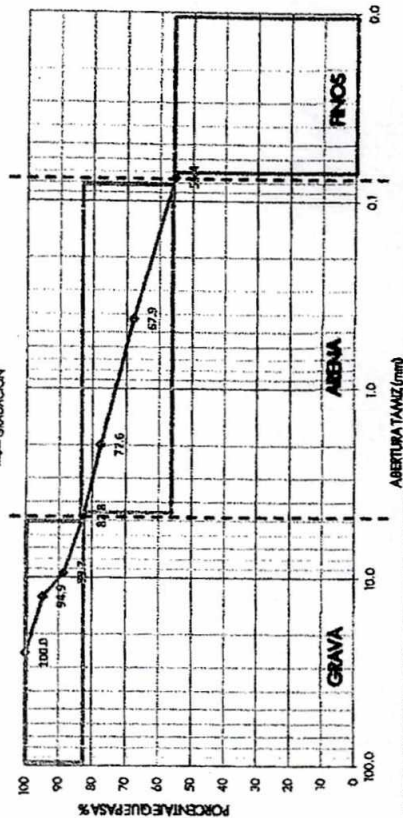
CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL

ASHTO: A-0	CL
U.S.C.S.: CL	

MATERIAL: MATERIAL SEMIPIRÓMICO COMPUESTO POR ARECHA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CON GRAVA
COLORE: CMC

CURVA GRANULOMÉTRICA

→ GRADACIÓN



DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

L.N.V. E - 125 - 07 - L.N.V. E - 126 - 07

LÍMITE LÍQUIDO	28.43
LÍMITE PLÁSTICO	13.85
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14.58

LÍMITE PLÁSTICO	24.7	23.3
	21.7	20.5
	13.8	13.9
PROMEDIO	13.85	

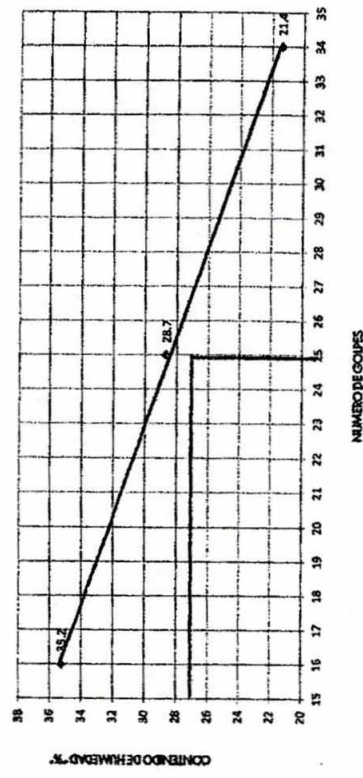
LÍMITE LÍQUIDO	29.1	34.0	24.0
W/M HUMEDA + RECIPIENTE (g)	21.5	26.4	19.8
W/MUESTRA SECA + RECIPI (g)	35.2	28.7	21.4
% DE HUMEDAD	16	25	34
N° GOBES ENSAYO			

CLASIFICACIÓN DEL MATERIAL	A-0	CL
ASHTO: A-0		
U.S.C.S.: CL		

ECUACIÓN DE LA LINEA	
a ⁿ	-0.7667
b ⁿ	47.60
c ⁿ	25
%W ⁿ	28.43

MATERIAL: MATERIAL SEMIPIRÓMICO COMPUESTO POR ARECHA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CON GRAVA	CMC
COLORE: CMC	

DETERMINACIÓN GRÁFICA DEL LÍMITE LÍQUIDO



y = -0.7667x + 47.6

OBSERVACIONES:

ELABORADO: NESTOR RIVERA
Especialista en Suelos y Pavimentos



**NHSQ
INGENIERIA**

"El profesional forjando país"
Nº. 79.877.431 - 2

Construcción
Consultoría e Interventoría de Obras Civiles
Servicio de Laboratorio de Suelos,
Concretos y Pavimentos.

ESTUDIO PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCION – TEATRO CAMOA

Anexo 5 Matricula Profesional

Reviso y Aprobó:

