
ESTUDIO GEOTÉCNICO Y DE SUELOS

**PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN
BLOQUE DE AULAS DE 2 NIVELES EN
LA INSTITUCION EDUCATIVA SIMON
BOLIVAR MUNICIPIO DE MOCOA -
PUTUMAYO.**



ING.EDWIN ANTONIO ORTIZ HIGUERA

Marzo 2018



1. CONTENIDO

1.	CONTENIDO	1
2.	INTRODUCCIÓN	4
2.1	LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	4
2.2	LOCALIZACION DE LOS SONDEOS	6
2.3	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	6
2.4	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	7
2.5	CLASIFICACION DEL PERIL DEL SUELO	8
2.6	EVALUACIÓN GEOLOGÍA Y GEOMORFOLÓGICA	10
2.7	CLIMA.....	11
3.	CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO	12
3.1	EXPLORACIÓN DE CAMPO	14
3.1.1	EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.....	14
3.2	CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA.....	21
3.2.1	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	21
3.2.2	NIVEL FREÁTICO	21
3.3	OBTENCIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE MEDIANTE ENSAYO DE SPT.....	22
	OBTENCION DE PARAMETROS GEOMECANICOS A PARTIR DEL SPT	23
3.3.1	PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE DE ARENAS Y ARCILLAS SEGÚN TERZAGHI Y PECK, BASADOS EN LOS ENSAYOS DE SPT.	24
3.3.2	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	24
4.	ALTERNATIVAS DE CIMENTACION	26
4.1	CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE MEDIANTE METODOLOGÍA DE HANSEN Y VESIC.....	26
4.2	PRESION DE HUNDIMIENTO	27
4.2.1	CIMENTACIÓN MEDIANTE ZAPATAS AISLADAS.....	28
4.2.2	CIMENTACIÓN PLACA CONTRAPISO	28
4.3	ASENTAMIENTOS ESPERADOS.....	28
4.4	ASENTAMIENTO ZAPATAS AISLADAS.....	28
4.4.1	VALIDACIÓN DE LA CIMENTACIÓN.....	28
4.5	COEFEICIENTE DE PRESION LATERAL	29
4.6	MÓDULO DE REACCIÓN O COEFICIENTE DE BALASTRO (KS)	30



5.	CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES	31
5.1	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN	31
5.2	MEDIDAS PREVENTIVAS	31
5.3	ALTERACIÓN DEL SUELO EXPANSIVO	32
5.4	ELUSIÓN DE LOS SUELOS EXPANSIVOS	32
5.5	MITIGACIÓN DE TIPO ESTRUCTURAL.....	33
5.6	EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN	33
	EVALUACION DE POTENCIAL DE LICUACION	34
5.7	EVALUACIÓN DE COLAPSO EN SUELOS	35
	PROPIEDADES DEL SUELO	35
	EVALUACION DE COLAPSABILIDAD.....	36
6.	RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES.....	37
6.1	GENERALES	37
	RESUMEN DE SONDEOS	38
6.2	ZAPATAS AISLADAS	38
6.3	MATERIAL SELECCIONADO	39
6.4	MANEJO DE AGUAS	39
6.5	RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS	39
6.6	RECOMENDACIONES PARA PORCESO CONSTRUCTIVO DE LAS EXCAVACIONES.....	40
6.7	ALCANCES DEL ESTUDIO Y LIMITACIONES	40
7.	RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE	41
8.	CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10	42
9.	ANEXOS.....	43
11.	ANEXO RESULTADOS DE LABORATORIO	44



TABLA

Tabla 1. Convenciones formación geológica.	5
Tabla 2. Clasificación unidades de construcción por categorías.	7
Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad Fuente NSR-10	7
Tabla 4. Clasificación de los perfiles de suelo.	8
Tabla 5. Valores del coeficiente Fa.	9
Tabla 6. Valores del coeficiente Fv.	9
Tabla 7. Valores Coeficientes de Importancia.	10
Tabla 8. Datos para espectro de diseño.	13
Tabla 9. Cuadro de Perforación Sondeos	15
Tabla 10. Perfil Estratigrafico.	21
Tabla 11. Ensayo de Laboratorio y Normas Aplicadas	24
Tabla 12. Resumen de Ensayos de Laboratorio	24
Tabla 13. Clasificación de suelos expansivos	31
Tabla 14. Resumen de laboratorios	38

FIGURAS

Figura 1 localización a nivel municipal.	04
Figura 2 Detalle localización del predio.	04
Figura 3. Ubicación Geológica del proyecto.	05

GRAFICA

Grafica 1. Espectro de diseño.	13
-------------------------------------	----



2. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene la caracterización físico-mecánica del subsuelo y las recomendaciones de cimentación para el Proyecto: Construcción de un Bloque de Aulas de dos Niveles en la Institución Educativa Simón Bolívar Municipio de Mocoa - Putumayo

Con base a los resultados obtenidos en el plan exploratorio se pretende conocer la naturaleza del depósito, profundidad, espesor y composición de la columna estratigráfica, nivel freático y las propiedades desde el punto de vista geotécnico, para lo cual se hace necesario realizar ensayos de laboratorio tanto de clasificación como de resistencia al corte, con el fin de estimar asentamientos y evitar al máximo falla por capacidad portante del suelo de fundación.

2.1 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El predio bajo estudio se encuentra localizado en el municipio de Mocoa en las coordenadas – 315753.16 m E 120037.35 m

Figura. 1. Localización a nivel municipal.



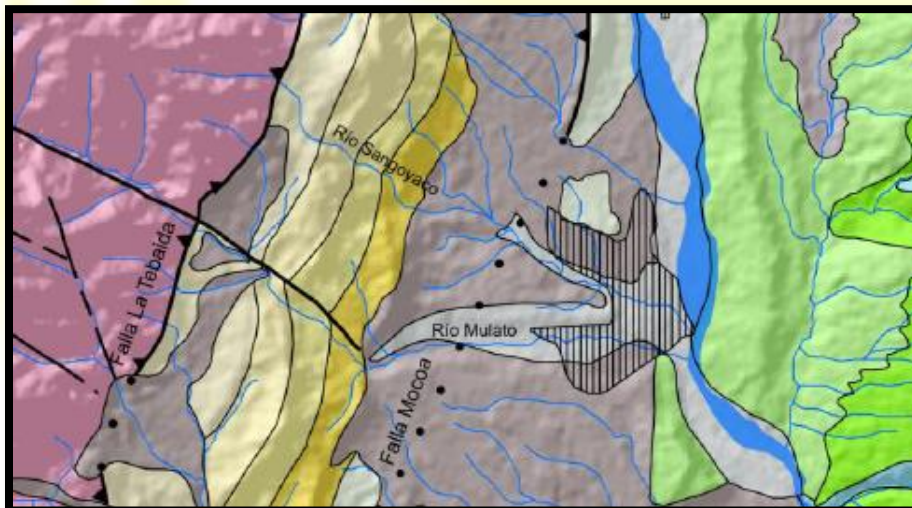
Fuente Google Maps

Figura 2. Detalle localización de predio



Fuente Google Maps

Figura 3. Ubicación Geológica del proyecto.



Fuente: EOT del municipio Mocoa

Tabla 1. Convenciones formación geológica.

Leyenda	
Geología	
Q2al	Aluviones
Qt2	Terrazas Medias
Qt1	Terrazas Altas

Fuente: EOT del municipio Mocoa

2.2 LOCALIZACION DE LOS SONDEOS



2.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- Establecer criterios básicos para realizar estudios geotécnicos de la edificación, basados en la investigación del subsuelo y las características arquitectónicas y estructurales de las edificaciones con el fin de proveer las recomendaciones geotécnicas de diseño y construcción de excavaciones y rellenos, estructuras de contención, cimentaciones, rehabilitación o reforzamiento de edificaciones existentes y la definición de espectros de diseño sismo resistente, para soportar los efectos por sismos y por otras amenazas geotécnicas desfavorables.
- Conocer e interpretar de manera detallada el comportamiento geológico del sitio de análisis.
- Elaborar perfiles estratigráficos para definir las propiedades físicas y mecánicas del suelo analizado.
- Plantear alternativas de cimentación teniendo en cuenta aspectos técnicos y económicos.



2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con la información suministrada el proyecto contempla la construcción de **PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN BLOQUE DE AULAS DE 2 NIVELES EN LA INSTITUCION EDUCATIVA SIMON BOLIVAR MUNICIPIO DE MOCOA - PUTUMAYO**. De aproximadamente 100 m² de área, se encuentra construida, la cual estará constituida por medio de pórticos convencionales en concreto reforzado.

Con base al estimativo preliminar de cargas realizado por esta oficina para el caso más extremo, el cual deberá ser revaluado por el Asesor Estructural, se transmitirán cargas a nivel de cimentación variables aproximadamente:

La construcción propuesta es de categoría **Baja**, debido a que los niveles de construcción se encuentran en el rango de hasta 3 niveles.

Tabla 2. Clasificación 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 (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Fuente NSR-10

Tabla 3. Número mínimo de sondeos y profundidad

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: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5

Fuente NSR-10

2.5 CLASIFICACION DEL PERIL DEL SUELO

Perfil de suelo que cumple con la condición $N > 15$ Donde N = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N60.

Teniendo en cuenta los Efectos Locales descritos en la **NSR-2010**, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, Ley 400 de 1997 y Decreto 926 de 2010, el tipo de perfil de suelo se clasificó teniendo en cuenta las correlaciones de la Velocidad de Onda de Cortante con el SPT.

$$V_s = 80N^{1/3} \text{ Japan Road Asociation (2002) para Arcillas}$$

$$V_s = 80(36)^{1/3} 321.99 \text{ m/s}$$

Según la tabla A.2.4-1 para este valor de velocidad de onda de corte le corresponde un perfil de Suelo tipo D.

Tabla 4. Clasificación de los perfiles de suelo.

**Tabla A.2.4-1
Clasificación de los perfiles de suelo**

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > \bar{v}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} \geq 15$, o $100 \text{ kPa} (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u \geq 50 \text{ kPa} (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$180 \text{ m/s} > \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $50 \text{ kPa} (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F ₁ — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F ₂ — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas ($H > 3 \text{ m}$ para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F ₃ — Arcillas de muy alta plasticidad ($H > 7.5 \text{ m}$ con Índice de Plasticidad $IP > 75$) F ₄ — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 36 \text{ m}$)	

Fuente NSR-10

Criterios del espectro de diseño (A.2.6 NSR-10)

Para el análisis de la acción sísmica se recomienda utilizar el espectro elástico de diseño de la Norma NSR-10, definido mediante los siguientes parámetros el cual está definido para un coeficiente de amortiguamiento del 5% del crítico.

Donde:

Tabla 5. Valores del coeficiente F_a .

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 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	1.2	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 perfil tipo **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 NSR-10

Tabla 6. Valores del coeficiente F_v .

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				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
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	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Nota: Para el perfil tipo **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 NSR-10



Coeficiente de importancia (Numeral A.2.5 NSR-10)

Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad (tabla A.2.5.1.2)

Tabla 7. Valores Coeficientes de Importancia.

**Tabla A.2.5-1
Valores del coeficiente de importancia, I**

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

Fuente NSR-10

2.6 EVALUACIÓN GEOLOGÍA Y GEOMORFOLÓGICA

Monzogranito Mocoa (Jmgmoc)

El Monzogranito de Mocoa aflora en las partes altas de las cuencas de los ríos Mulato y Sangoyaco, las quebradas Taruca y Taruquita (Figura 4). El cuerpo intrusivo se dispone en dirección NE-SW extendiéndose desde el NW de Mocoa hasta la frontera con el Ecuador con una extensión aproximada de 130 Km y una amplitud máxima de cerca de 30 Km (Núñez, 2003). Morfológicamente sobresale de las unidades cretácicas y cenozoicas que lo limitan ya que presenta pendientes abruptas donde la disección de los drenajes han desarrollado valles en “V” profundos (Núñez, 2003).

El Monzogranito presenta un amplio rango de granitoides con zonas pegmatíticas, entre ellos monzogranitos con variaciones a granito, granodiorita, cuarzomonzonita, cuarzodiorita y monzodiorita. Entre otros minerales están la hornblenda y biotita, también en proporciones variables, con predominio de la biotita. Entre los minerales de alteración están la clorita, epidota y sericita, así como cúmulos de biotita formados por láminas finas, epidota y calcita como relleno de fracturas que evidencian un proceso de alteración hidrotermal, con opacos que se asocian a la biotita cloritizada (Núñez, 2003).

El Monzogranito de Mocoa presenta un alto grado de fractura miento como resultado del fuerte control estructural de la Falla La Tebaida-Mocoa y estructuras satélite y ha sufrido procesos de meteorización debido a la condición climática que domina la zona provocando la inestabilidad del macizo rocoso lo que ha favorecido tanto la



formación de suelos residuales, así como la generación de procesos erosivos y de movimientos en masa constantes (e.g. caída de rocas, deslizamientos por flujos, flujos de detritos, entre otros; Fotografía 2). Estos procesos de movimientos en masa son los principales aportantes de material (arena, bloques y menor proporción arcilla) a los cauces de las quebradas Taruca y Taruquita, los cuales se depositan en el tiempo y son re movilizados y transportados cauce abajo, formando espesos depósitos fluvio-columviales de hasta 8 m de espesor, llevando en muchos sectores a la agradación del canal.

Haciendo parte del piedemonte amazónico de la Cordillera Oriental, Mocoa está localizada en una zona donde la actividad tectónica y el clima tienen una influencia determinante en la evolución geomorfológica. La exhumación del Monzogranito de Mocoa como producto de la actividad de la Falla La Tebaida, así como la actividad de las Fallas El Carmen, Campucama y Mocoa, han generado un frente montañoso activo, con drenajes que incidan rápidamente los cuerpos graníticos, desarrollando valles en “V”. La Falla La Tebaida-Mocoa tiene actividad post-Mioceno, es de cinemática dextral-inversa, de alto ángulo y tiene asociadas fallas de atajo locales (short-cut faults) con inclinación de cerca de 30° y vergencia al oriente (Figura 5; Núñez, 2003). Sumado a lo anterior, por su ubicación en la Zona de Confluencia Intertropical (ZCT), el clima cálido-húmedo y los intensos periodos de lluvia (con picos de más de 4000 mm/año; Robertson y Castiblanco, 2011) hacen que se desarrollen con mayor facilidad suelos residuales, los cuales son removilizados y depositados originando así agradación del canal aguas abajo.

2.7 CLIMA

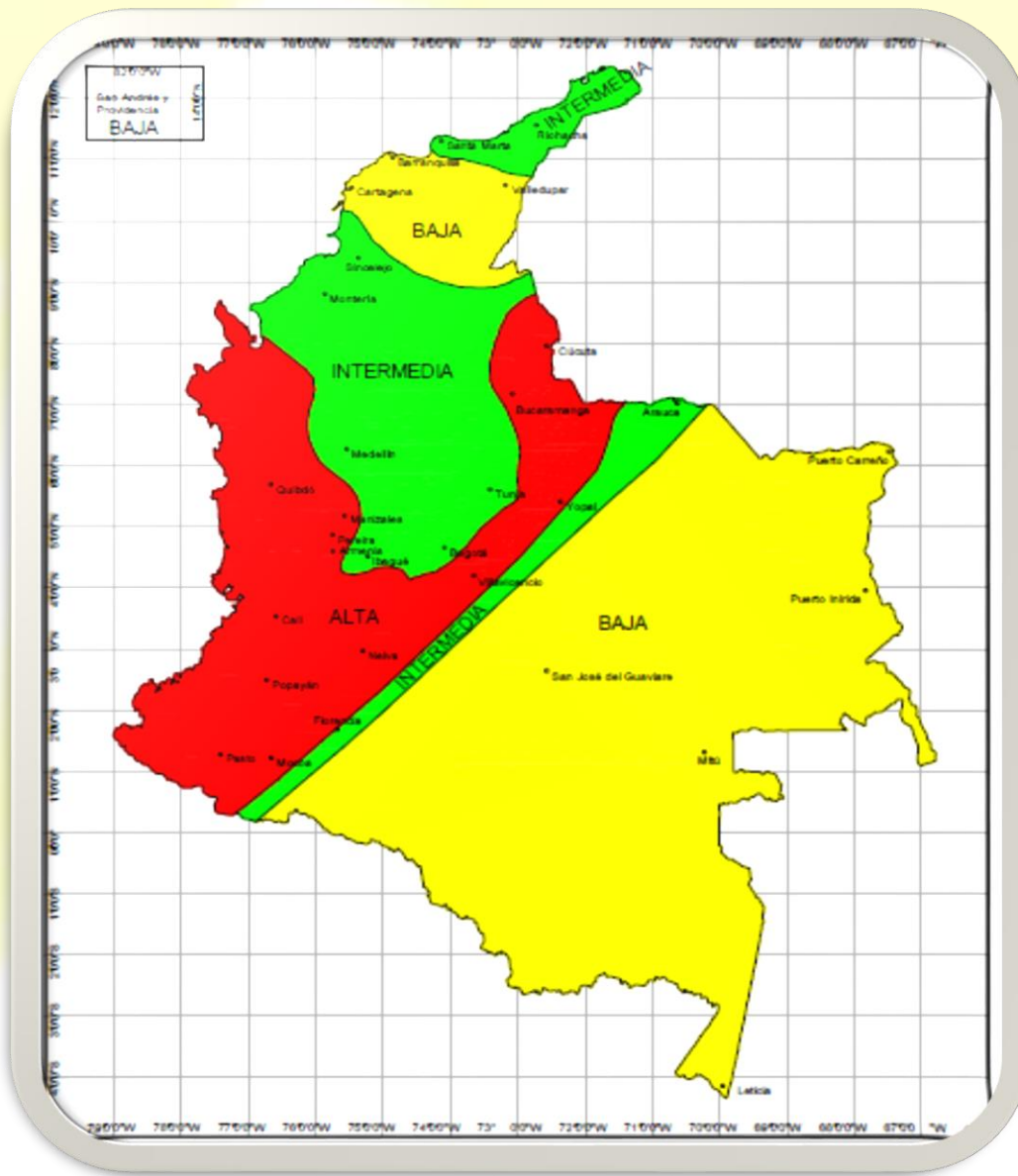
Zonificación de susceptibilidad y amenaza por movimientos en masa de las subcuencas de las Quebradas Taruca, Taruquita, San Antonio, El Carmen y los Ríos Mulato y Sangoyaco del Municipio de Mocoa – Putumayo. escala 1:25.000 156
Como el municipio está localizado sobre el Piedemonte Amazónico con unas condiciones climáticas particulares y alturas que oscilan entre los 350 m.s.n.m y 3.200 m.s.n.m se clasifica dentro de las zonas de vida según Holdridge (1996), como bosque muy húmedo tropical (bmh-T). Dentro de la heterogeneidad de los bosques amazónicos, los del piedemonte son considerados los más diversos de la Amazonía, en donde se encuentran especies que las hacen únicas en el mundo.

3. CLASIFICACIÓN SÍSMICA DEL SUELO

Requerimientos Amenaza Sísmica NSR-10

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica, en el municipio Mocoa se encuentra localizado en una zona de amenaza sísmica **Alta**.

Figura 1. Zonas sísmicas Colombia.



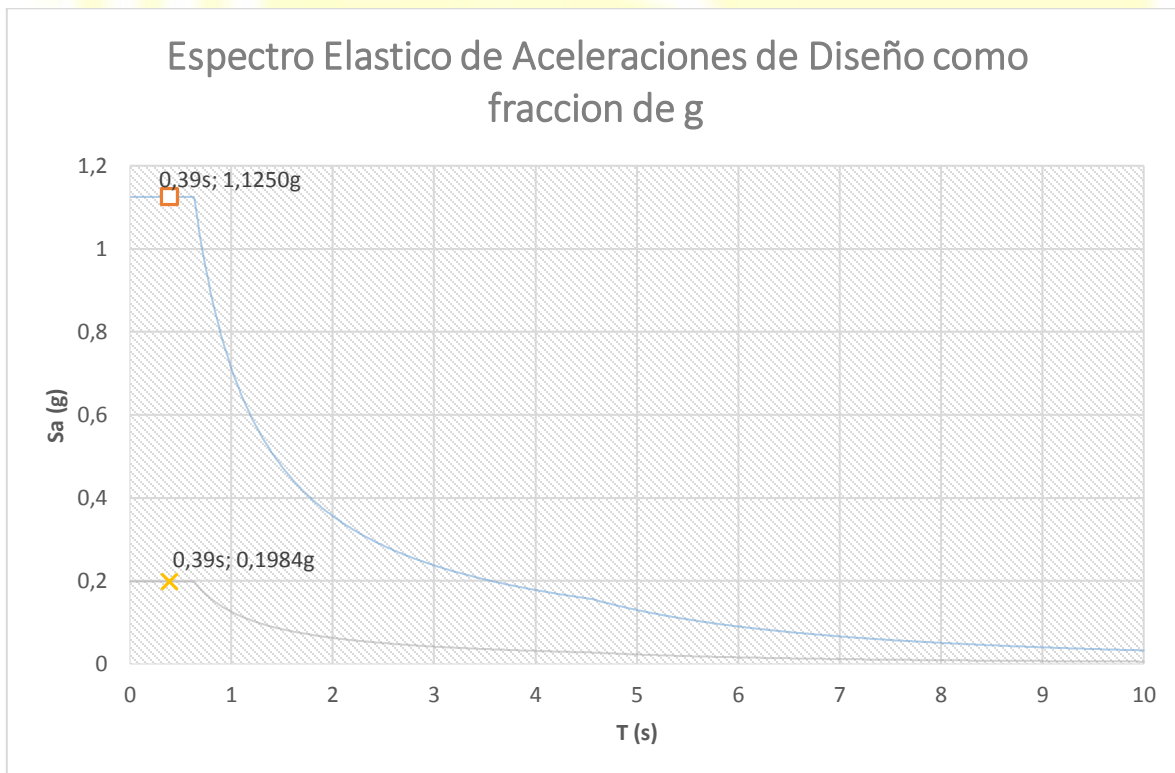
Fuente NSR-10



Tabla 8. Datos para espectro de diseño.

Valores	
Departamento	Putumayo
Municipio	Mocoa
Aa	0,3
Av	0,25
ZAS	Alta
Ae	0,2
Ad	0,1
Tipo Suelo	D
Fa	1,2
Fv	1,9

Grafica 1. Espectro de diseño.





3.1 EXPLORACIÓN DE CAMPO

3.1.1 EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO

Con el objeto de conocer las características físicas y obtener muestras de los diferentes estratos que conforman el perfil del subsuelo en el área del proyecto, se programaron tres (3) perforaciones cuya profundidad alcanzada se encuentra a 4,20 metros al haber rechazo por material estable

Se realizaron sondeos continuos en tramos de 45,0 cm empleando el método de percusión mediante el uso de un equipo manual (Barreno de mano). Simultáneamente se llevó a cabo el ensayo de penetración estándar para establecer un índice complementario de la resistencia del subsuelo, y obtener un muestreo continuo del sector bajo estudio.

Tipo de muestras obtenidas: Muestras sobre las cuales se realizaron diferentes ensayos de laboratorio para determinar las propiedades índice y mecánicas de los materiales presentes en el sector.

Perforaciones Realizadas: En la siguiente tabla se muestra la relación de las perforaciones ejecutadas, así como el resumen del resultado del ensayo de penetración estándar SPT.



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 15 de 50

Tabla 9.Cuadro de Perforación Sondeos

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO Y DE SUELO MUNICIPIO DE MOCOA

OBJETO: CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS - COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR

DIRECCIÓN: MUNICIPIO MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO

OPERADOR: JORGE A. WANDURRAGA

LOCALIZACIÓN: 315769.66 m E 120032.48 m N



SONDEO No 1, DESCRIPCIÓN

Sondeo Realizado a Profundidad De 4,20 metros .

**Nota: cuándo el numero de golpes, en cualquiera de las 6 pulgadas sea mayor a 50 se tomará como rechazo*

Fuente: GOOGLE MAPS

SONDEO No 1,

PROFUNDIDAD	6"	12"	18"	DESCRIPCIÓN
0.60 - 1.20	1	1	1	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS. SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS. ARENA LIMOSA CON GRAVA SM
1.20 - 1.80	1	1	1	
1.80 - 2.40	2	2	2	
2.40 - 3.00	3	3	3	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS. SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS. ARENA LIMOSA CON GRAVA SM NIVEL
3.00 - 3.60	3	3	3	
3.60 - 4.20	10	25	25	FRATICO 3.00 M
4.20 - 4.80				
4.80 - 5.40				
5.40 - 6.00				



**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

**Construcción Aula Institución Educativa Simón
Bolívar**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 16 de 50



Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galvis
Laboratorista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 17 de 50

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO Y DE SUELO MUNICIPIO DE MOCOCA

OBJETO: CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS - COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR

DIRECCIÓN: MUNICIPIO MOCOCA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO

OPERADOR: JORGE A. WANDURRAGA

LOCALIZACIÓN: 315755.72 m E 120036.37 m N



SONDEO No 2, DESCRIPCIÓN

Sondeo Realizado a Profundidad De 3,00 metros .

**Nota: cuándo el numero de golpes, en cualquiera de las 6 pulgadas sea mayor a 50 se tomará como rechazo*

Fuente: GOOGLE MAPS

SONDEO No 2,

PROFUNDIDAD	6"	12"	18"	DESCRIPCIÓN
0.60 - 1.20	1	1	1	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS. SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS. ARENA LIMOSA CON GRAVA SM
1.20 - 1.80	3	3	3	
1.80 - 2.40	5	5	5	
2.40 - 3.00	10	25	25	
3.00 - 3.60				
3.60 - 4.20				
4.20 - 4.80				
4.80 - 5.40				
5.40 - 6.00				



**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

**Construcción Aula Institución Educativa Simón
Bolívar**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 18 de 50



Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galvis
Laboratorista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 19 de 50

PROYECTO: ESTUDIO GEOTECNICO Y DE SUELO MUNICIPIO DE MOCOA

OBJETO: CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS - COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR

DIRECCIÓN: MUNICIPIO MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO

OPERADOR: JORGE A. WANDURRAGA

LOCALIZACIÓN: 315737.24 m E 120045.73 m N



SONDEO No 3, DESCRIPCIÓN

Sondeo Realizado a Profundidad De 3,00 metros .

**Nota: cuándo el numero de golpes, en cualquiera de las 6 pulgadas sea mayor a 50 se tomará como rechazo*

Fuente: GOOGLE MAPS

SONDEO No 3,

PROFUNDIDAD	6"	12"	18"	DESCRIPCIÓN
0.60 - 1.20	2	2	2	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS. SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS. ARENA LIMOSA CON GRAVA SM
1.20 - 1.80	3	3	3	
1.80 - 2.40	5	5	5	
2.40 - 3.00	12	25	25	
3.00 - 3.60				
3.60 - 4.20				
4.20 - 4.80				
4.80 - 5.40				
5.40 - 6.00				



**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

**Construcción Aula Institucional Educativa Simón
Bolívar**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 20 de 50



Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galvis
Laboratorista

Fuente: Exploración en campo (INGESUELOS&CONSTRUCCIONES)



3.2 CARACTERIZACIÓN GEOTECNICA

3.2.1 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

A partir de los registros el plan exploratorio y la interpretación de los resultados de laboratorio, se ha logrado tipificar el perfil estratigráfico de diseño.

3.2.2 NIVEL FREÁTICO

Una vez terminada cada una de las perforaciones se procede a medir el nivel de la tabla de agua establecido que para este suelo se encuentra nivel Freático. Ver Tabla 10, Perfil Estratigráfico

En conclusión, se considera que los trabajos de excavación proyectados presentan infiltraciones por el agua del nivel freático.

Así mismo se destaca que este nivel corresponde a un valor puntual en tiempo y puede variar según las condiciones de lluvia y manejo de aguas subterráneas.

Tabla 10. Perfil Estratigráfico

H (m)		ESTRATIFICACION	No. Muestra	Toma de Muestras			N SPT	S.U.C.S	HUMEDAD NATURAL (%)	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO	NIVEL FREÁTICO	DESCRIPCIÓN
DE	HASTA			0 - 6"	6" - 8"	8 - 12"								
0,00	0,60		1	0	0	0	0	PERFORACION MANUAL HASTA 0,60 METROS					Se realiza excavación manual 0,60 metros para descartar la capa vegetal, material no consolidado y material de relleno	
0,60	1,20		1	1	1	2	SM	23%	31%	23%	8%	3,00	SUELO DE PARTICULAS GRUESAS. SUELO DE PARTICULAS GRUESAS CON FINOS .ARENA LIMOSA CON GRAVA. NIVEL FREATICO A 3,00 M	
1,20	1,80		1	1	1	2								
1,80	2,40		2	2	2	4								
2,40	3,00		3	3	3	6								
3,00	3,60		3	3	3	6								
3,60	4,20		10	25	25	50								
4,20	4,80		0	0	0	0								
4,80	5,40		0	0	0	0								
5,40	6,00		0	0	0	0								

OBSERVACIONES:

Se evidencio que no hubo cambio de material en las perforacion y/o sondeo realizado. En todo caso primará el concepto del ingeniero geotecnista, quien definirá la exploración necesaria siguiendo los lineamientos ya señalados. Se encontro nivel freático a 3,00 metros.



3.3 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE MEDIANTE ENSAYO DE SPT.

El ensayo de SPT consiste en hincar un toma-muestras en el terreno contando el número de golpes necesarios para hincar tramos de 6" (150 cm). La hincada se realiza mediante una masa de 140.0 lb (63.5Kg) que cae desde una altura de 30 pulgadas (76.0 cm) en una cabeza de golpeo o yunque, lo que corresponde a un trabajo técnico de 0.50 KJ por golpe.

El número de golpes requeridos para la penetración del muestreador de tres intervalos de 15.0 cm es registrado en los formatos de campo. El número de golpes requeridos para los dos últimos intervalos se suman para dar el número de penetración estándar a esa profundidad. A esta cifra se le llama generalmente el valor N (American Society for Testing and Materials 1997, designación D-1586).

Para casi todas estas variables hay factores de corrección a la energía teórica de referencia E_r y el valor de N de campo debe corregirse.

Combinando la ecuación de Schmertmann, con un factor n de 1,25 para valores de NSPT bajos, con la regresión logarítmica obtenida para los valores NSPT superiores a 25 golpes, se obtiene una nueva ecuación, cuya curva se visualiza en la Fig.

$$\phi = 5.35 * \text{LN}(\text{Nspt}) + 14.44$$

Los valores de ángulo de rozamiento obtenidos por dicha ecuación son conservativos, con lo que dicha ecuación se situaría por el lado de la seguridad y se adaptaría mejor a suelos de carácter mixto, en los cuales el alto contenido en finos reduce sustancialmente el ángulo de rozamiento.



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 23 de 50

OBTENCION DE PARAMETROS GEOMECANICOS A PARTIR DEL SPT

Profundidad		N	h(m)	Peso unitario	N1	N1 ₆₀	Angulo de fricción
0,60	1,20	2	0,90	1,7	3	2	18
1,20	1,80	2	1,50	1,7	3	2	18
1,80	2,40	4	2,10	1,7	5	3	21
2,40	3,00	6	2,70	1,7	8	5	23
3,00	3,60	6	3,30	1,7	7	4	22
3,60	4,20	50	3,90	1,7	57	36	34

Profundidad		N	h(m)	Peso unitario	N1	N1 ₆₀	Angulo de fricción
0,60	1,20	2	0,90	1,73	3	2	18
1,20	1,80	6	1,50	1,73	9	5	24
1,80	2,40	10	2,10	1,73	13	8	26
2,40	3,00	50	2,70	1,73	63	39	34

Profundidad		N	h(m)	Peso unitario	N1	N1 ₆₀	Angulo de fricción
0,60	1,20	4	0,90	1,7	7	4	22
1,20	1,80	6	1,50	1,7	9	5	24
1,80	2,40	10	2,10	1,7	13	8	26
2,40	3,00	50	2,70	1,7	63	39	34



3.3.1 PARÁMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA AL CORTE DE ARENAS Y ARCILLAS SEGÚN TERZAGHI Y PECK, BASADOS EN LOS ENSAYOS DE SPT.

ARENAS			
N	Compacidad (%)	Densidad	Angulo ϕ
0-4	Muy Floja	8 -15	< 30°
4-10	Suelta	15 -35	30° - 35°
10-30	Media	35 - 65	35° - 40°
30-50	Densa	65 -85	40° - 45°
> 50	Muy Densa	85 - 100	< 45°

Fuente: (Terzaghi y Peck)

ARCILLAS			
N	Consistencia	Qu (Kg/cm ²)	*Cu(Kg/cm ²)
< 2	Muy Blanda	< 0.25	0.125
2 -4	Blanda	0.25 - 0.5	0.125 - 0.25°
4 - 8	Media	0.5 -1.0	0.25 - 050
8 - 15	Firme	1.0 - 2.0	0.50 - 1.0
15 - 30	Muy Firme	2.0 - 4.0	1.0 - 2.0
> 30	Dura	> 4	> 2.0

Fuente: (Terzaghi y Peck)

3.3.2 RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.

Una vez descritas las muestras recuperadas en cada una de las perforaciones, se identificaron las muestras representativas y se realizaron ensayos de laboratorio de caracterización y resistencia.

Tabla 11. Ensayo de Laboratorio y Normas Aplicadas

ENSAYO	NORMA	N° ENSAYOS
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D422-63 –AASHTO T88 I.N.V.E 123	3
Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en suelo.	ASTM D2216 I.N.V.E. 122	3
Determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos	ASTM D4318-AASHTO T89-60 I.N.V.E 126	3
Peso Unitario	ASTM D 100 I.N,V,E 128	3
Clasificación de suelos	ASTM D2487	3

Fuente Nsr-10 - Exploración en campo (INGESUELOS&CONSTRUCCIONES)

Tabla 12. Resumen de Ensayos de Laboratorio

Muestra	Prof. (m)	W%	%Finos	%L.L.	%L.P.	% I.P.	CLASIFICACIÓN S.U.C.S.
1	0,60 – 4,20	23,05	22,43	31	23	8	Arena Limosa Con Grava SM
2	0,60 – 3.00	42,06	25,36	43	27	16	Arena Limosa Con Grava SM
3	0,60 – 3.00	23,27	21,54	31	23	8	Arena Limosa Con Grava SM

Fuente: Exploración en campo (INGESUELOS&CONSTRUCCIONES)



**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

**Construcción Aula Institución Educativa Simón
Bolívar**

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 25 de 50

Convenciones:

W	= Humedad
% Finos	= Pasantes del tamiz ASTM 200
L.L.	= Límite Líquido.
L.P.	= Límite Plástico
I.P.	= Índice Plástico
S.U.C.S.	= Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

Según las perforaciones, la descripción de las muestras obtenidas en los mismos y para efectos de diseño se definió un estrato de **Arena limosas con grava mezcla de arena y limo**



4. ALTERNATIVAS DE CIMENTACION

4.1 CÁLCULO DE CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE MEDIANTE METODOLOGÍA DE HANSEN Y VESIC.

La metodología de cálculo de la capacidad de carga aplicada es la de Hansen y Vesic (como verificación) y la teoría elástica de Timoshenko y Goodier para el cálculo de los asentamientos (Foundation Analysis and Design. Joseph E Bowles, Fifth Edition 1996),

$$q_u = c N_c s_c d_c i_c + q N_q s_q d_q i_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Esta es una extensión de la ecuación propuesta por Meyerhof.

Los coeficientes N_c y N_q son idénticos a los usados en la de Meyerhof. El coeficiente N_γ recomendado por Hansen es casi el mismo que Meyerhof para valores de f hasta 35° . Hay variaciones para valores mayores de ϕ . Los valores de Hansen son un poco más conservadores que los de Meyerhof.

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi'/2)$$

$$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi'}$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi$$



4.2 PRESION DE HUNDIMIENTO

< Datos de la zapata

Longitud de la zapata L^*	1,50 m
Anchura de la zapata B^*	1,50 m
Profundidad de implantación D	2,00 m

Datos del terreno

Peso específico del terreno g_k	17,00 kN/m ³
Sobrecarga sobre el terreno perimetral q_{ok}	34,00 kN/m ²
Ángulo de rozamiento del terreno F	21,00°
F	0,37 rad
Cohesión del terreno c_k	0,00 kN/m ²
Ángulo del talud b	0,00°
b	0,00 rad

Factores y correcciones

Factor de sobrecarga N_q	7,07	
Factor de cohesión N_c	15,81	
Factor de peso específico N_g	3,50	
d_q	1,34	
Coeficientes correctores por la profundidad d_c	1,32	
d_g	1,00	
s_q	1,58	
Coeficientes correctores por la forma s_c	1,20	
s_g	0,70	
i_q	1,00	1 para carga vertic
Coeficientes correctores por la inclinación de la carga i_c	1,00	1 para carga vertic
i_g	1,00	1 para carga vertic
t_q	1,00	
Coeficientes correctores por la proximidad de un talud t_c	1,00	
t_g	1,00	

Resultados

Término de sobrecarga	508 kN/m ²
Término de cohesión	0 kN/m ²
Término de peso específico	31 kN/m ²
Presión de hundimiento	539 kN/m ²
Carga de hundimiento	1214 kN
Coeficiente parcial de seguridad	3,00
Presión admisible (por hundimiento o rotura)	180 kN/m²
Carga admisible (por hundimiento o rotura)	405 kN



4.2.1 CIMENTACIÓN MEDIANTE ZAPATAS AISLADAS.

Esta alternativa de cimentación se recomienda en el caso de que se utilicen columnas para transmitir las cargas de la estructura a nivel de cimentación, la cual consiste en apoyar las columnas sobre zapatas aisladas en concreto reforzado, Unidas entre sí por medio de vigas de rigidez.

El estrato de cimentación de la estructura será **Arena limosas con grava mezcla de arena y limo**. de color café claro, Sin embargo, para establecer las dimensiones de la excavación para la construcción de las zapatas aisladas, se deberá garantizar un empotramiento mínimo de la zapata de **2,00 m** respectivamente al nivel definitivo del terreno.

4.2.2 CIMENTACIÓN PLACA CONTRAPISO

Para la cimentación de la placa de contra piso se propone como alternativa de cimentación el uso de un colchón de material seleccionado de 0.20 m, cuya especificación se encuentra consignada en el numeral 5.3. Este relleno estaría apoyado sobre los materiales superficiales, es decir sobre la arena color rojizo. La placa debe ser en concreto reforzado y debe contar con refuerzo para retracción de fraguado, con una cuantía mayor de 0.0014.

4.3 ASENTAMIENTOS ESPERADOS

Para el análisis de asentamientos inmediatos se utilizó la formulación de cálculo de asiento elástico de zapata rígida, tomando como base los resultados del SPT.

4.4 ASENTAMIENTO ZAPATAS AISLADAS

4.4.1 VALIDACIÓN DE LA CIMENTACIÓN

Con base en la estratigrafía encontrada y de acuerdo a los parámetros geo mecánicos obtenidos a partir del programa de trabajos de campo y ensayos de laboratorio, se modeló el sistema de cimentación mediante modelos en elementos finitos obteniendo lo siguiente:



ASENTAMIENTOS

De los análisis se obtuvo la siguiente condición de asentamientos elásticos para el nivel de cargas esperadas, con valores hasta de 2,5 cm.

Método Burland y Burbridge

Anchura de la zapata B	1,50 m
Longitud de la zapata L	1,50 m
Profundidad de implantación D	2,00 m
Profundidad de la capa rígida H_s	4,20 m
Número de golpes en SPT N_{SPT}	50 $N_{SPT} > 7$
Peso específico del suelo γ_{suelo}	17,00 kN/m ³
Presión efectiva bruta q'_b	133,33 kN/m ²
Presión efectiva vertical en el fondo antes de excavar S'_{v0}	34,00 kN/m ²
Presión de cálculo q	110,67 kN/m ²
Profundidad de influencia Z_i	1,36 m
Factor de corrección por capa rígida f_i	1,000
Índice de compresibilidad I_c	0,007
Coefficiente dependiente de las dimensiones f_s	1,000
Asiento instantáneo s_i	1,05 mm

De acuerdo con las cargas aplicadas según valoración estructural y al tipo de cimentación, se estiman asentamientos teóricos máximos del orden entre 1.0 a 2.5 cm, y diferenciales menores de 1.5 cm.

El Ingeniero Estructural deberá tener en cuenta para el diseño de los elementos de cimentación y vigas de amarre, los asentamientos diferenciales mencionados o deformaciones máximas de 1/300 de la luz.

4.5 COEFICIENTE DE PRESION LATERAL

Los suelos del sector presentan valores de penetración estándar constantes. Por esa razón, se recomienda la adopción de coeficientes de presión.

Los coeficientes de presión se determinan mediante las expresiones:



$$K_o = 1 - \text{Sen}\phi$$

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen}\phi}{1 + \text{Sen}\phi}$$

$$K_p = \frac{1 + \text{Sen}\phi}{1 - \text{Sen}\phi}$$

Con lo cual se obtienen:

Coefficiente de presión en reposo: $K_o=0.64$

Coefficiente de presión activa: $K_a=0,472$

Coefficiente de presión pasiva: $K_p=2,537$

4.6 MÓDULO DE REACCIÓN O COEFICIENTE DE BALASTRO (KS)

Para calcular el coeficiente o módulo de reacción K_s se emplea la siguiente correlación empírica. Cernica (1995) Geotechnical Engineering – Foundation Design - John Wiley p. 255.

$$K_s = \frac{N}{5.5}$$

Reemplazando

Para cimientos cuadrados $B = L$ (ancho = largo)

$N = 4$ Profundidad 2,00

$K_s = 0,72 \text{ Kg/cm}^3$.



5. CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES

5.1 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIÓN

Como característica especial, todas las arcillas tienen, de una forma u otra, la propiedad de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan de nuevo según las condiciones ambientales. Como minerales activos se reconocen la montmorillonita, la vermiculita y algunas variedades de haloisita; la particularidad de estos radica en que tienen la propiedad de "absorber" moléculas de agua dentro de su propia estructura molecular. Debido a la composición limosa y arcillosa de los materiales en el predio, se evalúa el potencial de expansividad del suelo siguiendo los lineamientos del numeral h.9.1 suelos expansivos de la norma NSR - 10. En las tablas 13, contenido se presentan los criterios de Valoración del potencial de expansión, a partir de los resultados obtenidos del laboratorio.

Tabla 13. Clasificación de suelos expansivos

Potencial de expansión	Expansión (%) medida en consolidómetro bajo presión vertical de 0.07 kgf/cm ²	Límite líquido LL, en (%)	Límite de contracción en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)	Porcentaje de partículas menores de una micra (μ)	Expansión libre EL en (%), medida en probeta
Muy alto	> 30	> 63	< 10	> 32	> 37	> 100
Alto	20 – 30	50 – 63	6 – 12	23 – 45	18 – 37	> 100
Medio	10 – 20	39 – 50	8 – 18	12 – 34	12 – 27	50 100
Bajo	< 10	< 39	> 13	< 20	< 17	< 50

Fuente NSR-10

Los suelos presentan límite líquido (35%) y límite de contracción (5,01%) e índice de plasticidad (10,67%). Se puede esperar una significativa actividad de expansión - contracción y por lo tanto presenta una compresibilidad Bajo

5.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Con el fin de alterar lo menos posible el equilibrio dinámico del subsuelo y reducir los potenciales cambios de humedad/succión, y por tanto las expansiones/contracciones del subsuelo las siguientes acciones preventivas son útiles:

- Cubrir el terreno sobre el cual se proyectan las edificaciones con membranas impermeables que impidan la filtración de agua hacia el suelo expansivo.
- **Barreras de humedad:** Colocadas perimetralmente a la estructura pueden coadyuvar al equilibrio; debe evitarse, sin embargo, que se establezcan



canales de humedecimiento como fenómenos termo osmóticos que hagan inútil la precaución.

- **Drenaje de las aguas de escorrentía:** Debe proveerse un adecuado drenaje alrededor de las estructuras por medio de pendientes perimetrales (2-10%), cunetas revestidas, áreas pavimentadas y canalizaciones de las aguas lluvias.
- **Sub-drenajes:** Para interceptar los flujos de aguas subterráneas, así como para disipar las presiones artesianas de los paleo cauces existentes.
- **Alcantarillados y rellenos:** Los alcantarillados en suelos expansivos, deben ser estancos; así mismo los rellenos deben hacerse con materiales inertes de baja permeabilidad y compactados según la especificación compatible.
- **Paisajismo e irrigación:** Separar convenientemente las actividades de paisajismo, relacionadas con irrigación de plantas y jardines, de las estructuras adyacentes.

5.3 ALTERACIÓN DEL SUELO EXPANSIVO

Puede lograrse por cualquiera de los siguientes métodos:

- **Reemplazo:** Consiste en la excavación y el reemplazo de la capa expansiva, cuando su espesor y profundidad no lo hacen prohibitivamente costoso.
- **Tratamiento con cal:** La mezcla superficial de cal con el suelo potencialmente expansivo o su inyección a presión es benéfica, según el estado del suelo (agrietado o no) y el método de aplicación (inyección a presión o mezcla mecánica). Se debe disponer del equipo adecuado para pulverizar el suelo en el sitio del tratamiento, o para realizar inyecciones a presión.
- **Pre humedecimiento:** El pre humedecimiento supone la expansión previa a la colocación de la estructura y el mantenimiento de esa humedad bajo una placa o un recubrimiento impermeable. Se debe tener presente que generalmente se requiere mucho tiempo para lograr que el agua penetre en la zona activa. Adicionalmente, la pérdida de capacidad de soporte dificulta las operaciones de construcción.

5.4 ELUSIÓN DE LOS SUELOS EXPANSIVOS

Se puede intentar por los siguientes procedimientos:



- **Profundizar los cimientos:** Hasta pasar, al menos parcialmente, la profundidad de la zona crítica donde la expansión es más severa.
- **Pilotes pre excavados:** A la profundidad necesaria para desarrollar la carga; puede completarse con el aislamiento del fuste del pilote en la zona activa. También puede considerarse el uso de micro pilotes para reducir la fricción del fuste en la zona activa
- **(c) Placas aéreas:** Para evitar el contacto de los pisos con el suelo potencialmente expansivo y mantener el gradiente térmico existente en el subsuelo.

5.5 MITIGACIÓN DE TIPO ESTRUCTURAL

Este tipo de solución se logra por los siguientes caminos mutuamente excluyentes:

- **(a) Cimentación rígida:** Rigidización de los elementos de la cimentación de manera que la estructura se mueva como un todo. Está acompañada a menudo de concentración de la carga en ciertos puntos y liberación en otros, para permitir el alivio de las presiones de expansión bajo losas huecas, tipo artesonado. Los métodos convencionales de diseño de estas losas consideran las condiciones del clima, los parámetros del suelo (expansión, distancia de variación de la humedad, y rigidez), las condiciones de carga de la estructura, y las dimensiones y rigidez de la losa. También se han desarrollado modelos numéricos de interacción suelo-estructura. La estructura debe diseñarse en consecuencia.
- **Construcción flexible:** Que permita el movimiento sin daño de ciertos elementos de la estructura. Los elementos no estructurales deben estar concebidos para acomodarse a estos ajustes

5.6 EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE LICUACIÓN

Este fenómeno se presenta en suelos granulares que presentan una tendencia natural a densificarse bajo carga, mono tónica o cíclica. La licuación se presenta ante el aumento de presiones de poros en suelos granulares, donde el drenaje es poco o nulo, trayendo con esto el decrecimiento del esfuerzo efectivo a tal punto que resulta en la flotación de las partículas de suelo.

Dentro del presente estudio a partir de los ensayos de laboratorio ejecutados, se identificó que el material predominante en el subsuelo está constituido por una



monzogranitos con variaciones a granito, granodiorita, cuarzomonzonita, cuarzdiorita y monzodiorita Con lo anterior se infiere que debido a la naturaleza areno arcillosa de los materiales y al contenido de finos presentes en los lentes de grava, el suelo del predio es potencialmente licuable.

EVALUACION DE POTENCIAL DE LICUACION

EVALUACION POTENCIAL DE LICUACION			
(ensayos dinamicos de SPT)			
Metodo simplificado			
Metodo de Youd e Idris (2001)			
PARAMETROS:			
γ	=	1,7	g/cm ³
σ_{vo}	=	0,34	kg/cm ²
σ_{vo}'	=	0,34	kg/cm ²
profundidad de la prueba	=	200	cm
N_{SPT}	=	4	
profundidad nivel freatico	=	300	cm
γ_{H_2O}	=	1,0	g/cm ³
Presion de poro	=	0,0	kg/cm ²
z	=	2	m
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">CRR= Resistencia del terreno a esfuerzo de corte</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content;">CSR= Esfuerzo cortante inducido por el sismo</div>			
FORMULA:		RESULTADO:	
$N_{1.60}$	=	$N_{SPT} * (1,7 / (\sigma_{vo} + 0,7)) + N_f$	= 7,93846154 $N_{1.60}$
N_f	=	1,4	
CRR	=	$0,2565 * [0,16 * \text{RadQNa} + (0,2133 * \text{RadQNa})^{14}]$	= 0,115796646 CRR
CSR	=	$0,65 * ((a_{max}/g) * (\sigma_{vo} / \sigma_{vo}')) * r_d$	= 0,16001375 CSR
a_{max}/g	=	0,25	
r_d	=	0,9847	
F_s=CRR/CSR	>	1,3 Arenas sueltas	= 0,723666846 Licucion
	>	1,5 Arenas medianamente densas	Licucion



5.7 EVALUACIÓN DE COLAPSO EN SUELOS

Se identifican como suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por arcillas y sales. Que sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan

Existen 4 tipos de suelos colapsables que se listan a continuación:

- a) Suelos aluviales y coluviales
- b) Suelos eólicos
- c) Cenizas volcánicas
- d) Suelos Residuales

Geológicamente los materiales encontrados en el presente estudio corresponden a suelos de origen a la formación Simiti, por lo tanto, se hace necesario verificar las condiciones de colapsabilidad del suelo, siguiendo los lineamientos del numeral H.9.3 SUELOS COLAPSABLES de la NSR-10.

Se identifica la Colapsabilidad de estos depósitos, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido. Para mayor cantidad de agua o menor volumen de vacíos el depósito es inestable. La evaluación se puede hacer mediante la siguiente formulación.

PROPIEDADES DEL SUELO

Peso Especifico del agua

$\gamma_w = 1$	(Tf / m ³)
----------------	------------------------

DATOS		INCÓGNITA					
		γ_s (Tf / m ³) Peso Especifico del suelo	γ_d (Tf / m ³) Peso Especifico seco	γ_{sat} (Tf / m ³) Peso Especifico saturado	ω Humedad	n Porosidad	e Índice de huecos
γ_d	W	2,791	-	2,091	-	0,391	0,642
1,70	0,23						
γ_d	W	6,328	-	2,457	-	0,727	2,658
1,73	0,42						
γ_d	W	2,791	-	2,091	-	0,391	0,642
1,70	0,23						



EVALUACION DE COLAPSABILIDAD

	G _s	PESO HUMEDO	W ₁ (%)	Y _d	Y _{dcrit}	Y _d /Y _{dcrit}	CRITERIO DE EVALUACION
MUESTRA 1	2,791	2,16	0,23	1,70	1,27071616	1,33782827	SUELO ESTABLE
MUESTRA 2	6,328	2,16	0,42	1,73	1,24854008	1,38561832	SUELO ESTABLE
MUESTRA 3	2,791	2,16	0,23	1,70	1,27071616	1,33782827	SUELO ESTABLE

GS	
ARENA	2,6 - 2,7
ARCILLAS	2,0 - 3,0
LIMOS	2,5

$$Y_{dcrit} = \frac{Y_w}{\left(\frac{1}{G_s} + w_l\right)}$$

Con la ecuación anterior se realiza el criterio de evaluación de tal forma que:

$$\frac{Y_d}{Y_{dcrit}} > 1 \quad \text{El Suelos es estable.}$$

$$\frac{Y_d}{Y_{dcrit}} \leq 1 \quad \text{El Suelos es colapsable.}$$



6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

6.1 GENERALES

- El sitio estudiado presenta uniformidad en el tipo de suelo, no se observan algún tipo de problema geotécnico.
- Para todas las cimentaciones a realizar, se deberá garantizar el retiro total de cualquier tipo de escombros, material deletéreo o con contenido de materia orgánica. En el caso que se requiera deberá sobre excavar para retirar el material y reemplazar con concreto ciclópeo.
- En el caso que sea necesario dejar abierta una excavación por más de 24 horas, una vez alcanzado el nivel de cimentación establecido se deberá colocar sobre éste una capa de concreto pobre de 0.05 m de espesor.
- Se recomienda que el estrato definitivo de cimentación solo se alcanzará una vez se disponga de todos los elementos necesarios para las tareas de construcción de la misma. Dado el caso que se requiera avanzar en las labores de excavación se propone realizarlas hasta un nivel mínimo de 0.20 m por encima del nivel definitivo, a manera de protección.
- La profundidad de implantación del eje cerca al talud, deberá alcanzar la misma profundidad del eje cerca al lago ya que el terreno cuenta con una inclinación que de eje a eje es aproximadamente 1,05 metros, los cuales se adecuara con concreto ciclópeo de 0,50 cm de espesor mínimo.



RESUMEN DE SONDEOS

Tabla 14. Resumen de laboratorios

Descripción	Suelo partículas finas
Profundidad de muestreo	0.60 – 4,20 M
Clasificación subsuelo	USC: Arena Limosa Con Grava Sm
Límite líquido	35.00%
Límite plástico	24,33%
Índice plasticidad	10,67%
Porcentaje de finos	23.11%
Porcentaje de arena	58,72%
Porcentaje de grava	18,17%
Peso seco unitario	1,70 g/cc
Humedad natural	29,46%
Compresibilidad	Bajo
Licuable/colapsabilidad	Suelo licuable, suelo estable
Profundidad de cimentación	2,0 m
Q admisible* (KN/m ²)	180

Nota: Se toma como Q admisible el valor hallado mediante el método de SPT DE CAMPO por ser el más crítico.

6.2 ZAPATAS AISLADAS

- Para las zapatas aisladas que por motivos de espacio no puedan ser cuadradas, se deberá mantener el área resultante, de acuerdo a la capacidad portante de diseño, tratando en lo posible que el largo sea dos veces el ancho.
- Teniendo en cuenta el perfil estratigráfico en la zona del proyecto, se recomienda cimentar sobre dados en concreto ciclópeo, a una profundidad aproximada de **2.00 m** respecto del nivel definitivo del terreno.
- Para las zapatas aisladas se diseñará un sistema de vigas de amarre en ambos sentidos formando anillos de rigidez con las características que establezca el ingeniero estructural, pero se estima que las vigas de amarre deben ser capaces



de trasladar entre una columna y su vecina como mínimo el 10% de la carga axial transmitida por esta.

- En caso de existir muros divisorios deberán proyectarse sobre cimientos o vigas de amarre.

6.3 MATERIAL SELECCIONADO

- Se deberá utilizar un material granular que deberá cumplir con los siguientes requerimientos:

Tamaño Máximo	75 mm
% pasa el tamiz N°200	<= 25% en peso
C.B.R. Laboratorio	> = 20%
Expansión Prueba C.B.R.	0.0 %
Contenido Materia Orgánica	0.0 %
Límite Líquido	> < 30%
Índice Plástico	< 10%

6.4 MANEJO DE AGUAS

- Es posible que durante la construcción se requiera la implementación de un sistema temporal de captación y desagüe de las aguas de escorrentía, si la construcción coincide con la época de lluvias. Este sistema podrá ser conformado por filtros temporales cañuelas, zanjas, o utilizar algún tipo de equipo mecánico como motobombas, para su rápida evacuación.
- La zona debe ser acondicionada con pendientes apropiadas y andenes de 1.0 m de ancho para evitar el acceso directo de las aguas infiltradas de escorrentía al suelo de fundación.

6.5 RECOMENDACIONES PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICACIONES Y PREDIOS VECINOS

Cuando las condiciones del terreno y el ingeniero encargado del estudio geotécnico lo estime necesario, se hará un capítulo que contenga: estimar los asentamientos ocasionales originados en descenso del nivel freático, así como sus efectos sobre las edificaciones vecinas, diseñar un sistema de soportes que garantice la estabilidad de las edificaciones o predios vecinos, estimar los asentamientos



inducidos por el peso de la nueva edificación sobre las construcciones vecinas, calcular los asentamientos y deformaciones laterales producidos en obras vecinas a causa de las excavaciones, y cuando las deformaciones o asentamientos producidos por la excavación o por el descenso del nivel freático superen los límites permisibles deben tomarse las medidas preventivas adecuadas

6.6 RECOMENDACIONES PARA PORCESO CONSTRUCTIVO DE LAS EXCAVACIONES

Se recomienda utilizar el siguiente procedimiento de excavación para la construcción de los cimientos:

- Realizar las excavaciones para cada uno de los cimientos.
- Manejar un sistema de apuntalado a medida que se realiza la excavación.
- una malla de gallinero que evite el agrietamiento de esta protección.
- Armar las parrillas de hierros en zapatas y vigas de amarre.
- Fundir el concreto de los cimientos.

6.7 ALCANCES DEL ESTUDIO Y LIMITACIONES

Evaluar las características geo mecánica de los materiales en el área de la locación mediante un programa de investigación del subsuelo consistente en una exploración directa (perforaciones), pruebas de campo y ensayos de laboratorio sobre las muestras recuperadas.

Las recomendaciones contenidas en el presente informe se basan en los datos obtenidos del plan exploratorio realizado, y en la información suministrada. Es de destacar, que el perfil estratigráfico utilizado para diseño es producto de una interpolación de los registros de perforación obtenidos del plan exploratorio, por lo tanto, se realizaron los diseños sobre un perfil promedio.

Si durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en este informe, se deberá consultar oportunamente para estudiar la solución más adecuada. Esto también incluye cambios significativos en el diseño del proyecto final, que puedan generar variación en la localización, uso, niveles y cargas utilizados para este informe.

Este documento no podrá ser modificado sin autorización explícita del ingeniero consultor.



7. RECOPIACION Y ANALISIS DE INFORMACION EXISTENTE

Para el desarrollo del presente estudio, se consultó las siguientes fuentes de información.

- **NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO SISMORESISTENTE (NSR – 10)**
- **BOWLES, J. (1996), Foundation Analysis and Design 5th Edition. Mc Graw Hill.**
- **CERNICA, Jhon N. Geotechnical Engineering – Foundation Design.**
- **DAS, B (2001). “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”. Thomson Learning.**
- **Código Colombiano Sismo resistencia NSR – 2010.**
- **INGEOMINAS año 1985.**
- **Registros de perforación y ensayos de laboratorio realizados para el presente trabajo.**
- **Memoria explicativa del mapa geológico generalizado del municipio de Mocoa.**
- **Esquema de Ordenamiento Territorial municipio de Mocoa-Putumayo**



**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

**Construcción Aula Institución Educativa Simón
Bolívar**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 42 de 50

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

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 constancia de que conoce el sitio y lo ha visitado para efectos de la elaboración del estudio.

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera

Esp. Geotecnia Ambiental

Esp. Recurso Hídrico

M.P. 68202096275STD





**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

**Construcción Aula Institución Educativa Simón
Bolívar**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 43 de 50

9. ANEXOS



**Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio
de Mocoa**

**Construcción Aula Institución Educativa Simón
Bolívar**

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 44 de 50

11. ANEXO RESULTADOS DE LABORATORIO



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

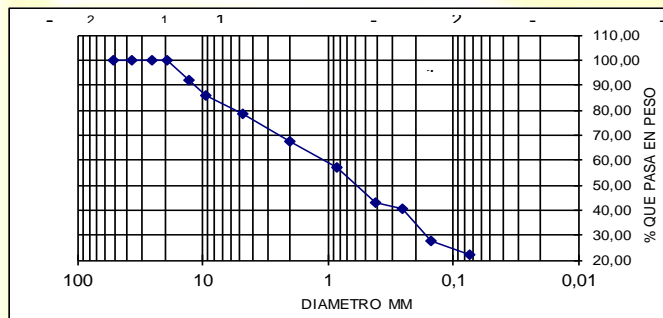
Página 45 de 50

**INGE SUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123**

FECHA : 27 DE FEBRERO 2018 SONDEO : 1
 PROYECTO : CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR MUESTRA : 1
 LOCALIZACION: MUNICIPIO DE MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO PROFUNDIDAD : 0,60 - 4,20 M

PESO TARA (gr)	110,1	PESO INICIAL DE LA MUESTRA gr:	502,8
TARA+MUESTRA HUMEDA (gr)	728,8	PESO DESPUES DE LAVADO gr:	403,59
TARA+MUESTRA SECA (gr)	612,9	PORCENTAJE DE ERROR %:	0,02
PESO AGUA (gr)	115,9		
PESO MUEST. SECA (gr)	502,8		
HUMEDAD (%)	23,05		

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	gr	%	%	****	mm	gr	%	%
2"	50,8	0,00	0,00	100,00	10	2	55,60	11,06	67,58
1 1/2"	36,1	0,00	0,00	100,00	20	0,84	52,30	10,40	57,18
1"	25,4	0,00	0,00	100,00	40	0,42	71,00	14,12	43,06
3/4"	19,05	0,00	0,00	100,00	60	0,25	13,40	2,67	40,39
1/2"	12,07	41,90	8,33	91,67	100	0,149	65,00	12,93	27,47
3/8"	9,52	28,50	5,67	86,00	200	0,074	25,30	5,03	22,43
No 4	4,75	37,00	7,36	78,64	PASA 200	*****	13,50	2,68	
SUMA	*****	107,40	21,36		SUMA	*****	296,10	58,89	
					TOTAL		403,50		



GRAVAS= 21,36 %
 ARENAS= 56,21 %
 FINOS= 22,43 %

Arena limosa con grava SM

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez
Laboralista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 46 de 50

**INGE SUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
LIMITE DE ATTERBERG INV E- 125-126**

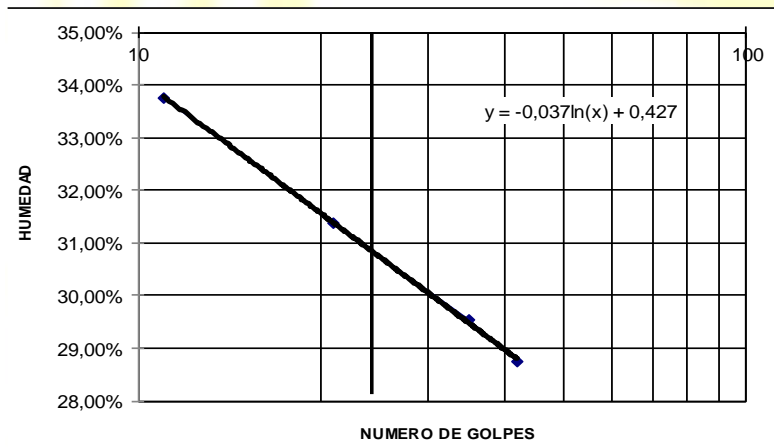
FECHA : 27 DE FEBRERO 2018 SONDEO : 1
 PROYECTO : CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR MUESTRA : 1
 LOCALIZACION: MUNICIPIO DE MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO PROFUNDIDAD : 0,60 - 4,20 M

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA No	NUMERO DE GOLPES	PESO CAPSULA gr	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO gr	PESO CAPSULA + SUELO SECO gr	PESO DEL AGUA gr	PESO SUELO SECO gr	CONTENIDO DE AGUA %
C01	42	9,64	30,92	26,17	4,75	16,53	28,74%
C02	35	9,66	30,67	25,88	4,79	16,22	29,53%
C03	21	9,54	30,47	25,47	5	15,93	31,39%
C04	11	9,55	30,23	25,01	5,22	15,46	33,76%

LIMITE PLASTICO

C05		9,5	16,71	15,38	1,33	5,88	22,62%
C06		9,44	16,65	15,33	1,32	5,89	22,41%



LIMITE LIQUIDO : 31%
 LIM. PLASTICO : 23%
 IND. DE PLASTL : 8%

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galviz
Laboratorista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Construcción Aula Educativa Simón Bolívar

Fecha: 02 de mayo de 2018

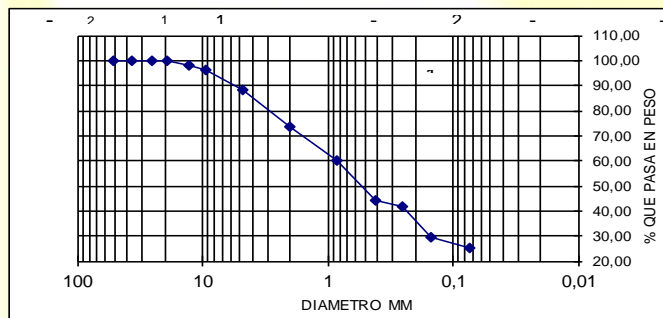
Página 47 de 50

**INGE SUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123**

FECHA : 27 DE FEBRERO 2018 **SONDEO** : 2
PROYECTO : CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR **MUESTRA** : 1
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE MOCOCA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO **PROFUNDIDAD** : 0,60 - 3,00 M

PESO TARA (gr)	122,2	PESO INICIAL DE LA MUESTRA gr:	433
TARA+MUESTRA HUMEDA (gr)	737,3	PESO DESPUES DE LAVADO gr:	329,49
TARA+MUESTRA SECA (gr)	555,2	PORCENTAJE DE ERROR %:	0,03
PESO AGUA (gr)	182,1		
PESO MUEST. SECA (gr)	433		
HUMEDAD (%)	42,06		

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	gr	%	%	****	mm	gr	%	%
2"	50,8	0,00	0,00	100,00	10	2	63,70	14,71	73,65
1 1/2"	36,1	0,00	0,00	100,00	20	0,84	58,60	13,53	60,12
1"	25,4	0,00	0,00	100,00	40	0,42	68,80	15,89	44,23
3/4"	19,05	0,00	0,00	100,00	60	0,25	11,20	2,59	41,64
1/2"	12,07	7,10	1,64	98,36	100	0,149	52,50	12,12	29,52
3/8"	9,52	8,90	2,06	96,30	200	0,074	18,00	4,16	25,36
No 4	4,75	34,40	7,94	88,36	PASA 200	*****	6,20	1,43	
SUMA	*****	50,40	11,64		SUMA	*****	279,00	64,43	
					TOTAL		329,40		



GRAVAS= 11,64 %
 ARENAS = 63,00 %
 FINOS= 25,36 %

Arena limosa SM

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez
Laborarista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 48 de 50

**INGE SUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
LIMITE DE ATTERBERG INV E- 125-126**

FECHA : 27 DE FEBRERO 2018
PROYECTO : CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO

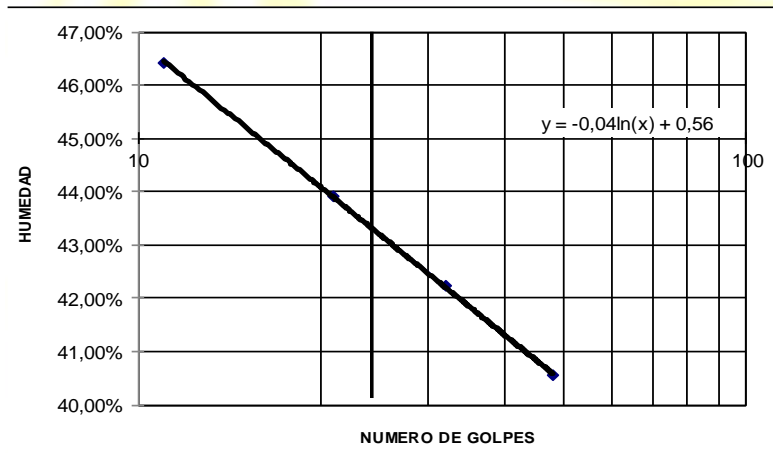
SONDEO : 2
MUESTRA : 1
PROFUNDIDAD : 0,60 - 3,00 M

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA No	NUMERO DE GOLFES	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
		gr	gr	gr	gr	gr	%
C10	48	9,51	30,86	24,7	6,16	15,19	40,55%
C11	32	9,57	30,69	24,42	6,27	14,85	42,22%
C12	21	9,80	30,41	24,12	6,29	14,32	43,92%
C13	11	9,56	30,22	23,67	6,55	14,11	46,42%

LIMITE PLASTICO

C14		9,63	16,4	14,99	1,41	5,36	26,31%
C15		9,54	16,53	15,03	1,5	5,49	27,32%



LIMITE LIQUIDO : 43%
LIM. PLASTICO : 27%
IND. DE PLASTI. : 16%

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galviz
Laboratorista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

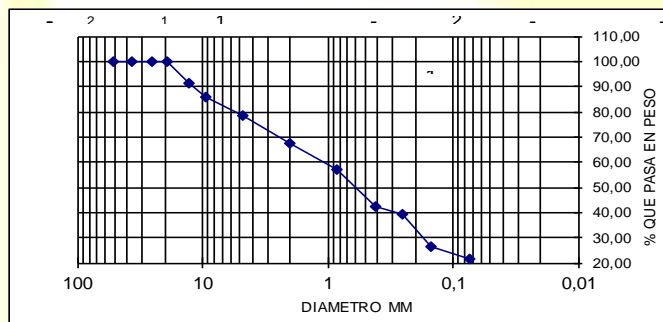
Página 49 de 50

**INGE SUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
ENSAYO DE GRANULOMETRIA INV E- 123**

FECHA : 27 DE FEBRERO 2018 SONDEO : 3
 PROYECTO : CONSTRUCCION BLOQUE DE AULA DE CLASES MUESTRA : 1
 COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR
 LOCALIZACION: MUNICIPIO DE MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO PROFUNDIDAD : 0,60 - 3,00 M

PESO TARA (gr)	111,5	PESO INICIAL DE LA MUESTRA gr:	501,4
TARA+MUESTRA HUMEDA (gr)	729,6	PESO DESPUES DE LAVADO gr:	407,99
TARA+MUESTRA SECA (gr)	612,9	PORCENTAJE DE ERROR %:	0,02
PESO AGUA (gr)	116,7		
PESO MUEST. SECA (gr)	501,4		
HUMEDAD (%)	23,27		

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	gr	%	%	****	mm	gr	%	%
2"	50,8	0,00	0,00	100,00	10	2	56,20	11,21	67,29
1 1/2"	36,1	0,00	0,00	100,00	20	0,84	52,80	10,53	56,76
1"	25,4	0,00	0,00	100,00	40	0,42	71,70	14,30	42,46
3/4"	19,05	0,00	0,00	100,00	60	0,25	14,40	2,87	39,59
1/2"	12,07	42,10	8,40	91,60	100	0,149	65,60	13,08	26,51
3/8"	9,52	28,80	5,74	85,86	200	0,074	24,90	4,97	21,54
No 4	4,75	36,90	7,36	78,50	PASA 200	*****	14,50	2,89	
SUMA	*****	107,80	21,50		SUMA	*****	300,10	59,85	
					TOTAL		407,90		



GRAVAS= 21,50 %
 ARENAS= 56,96 %
 FINOS= 21,54 %

Arena limosa con grava SM

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez
Laboratorista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 50 de 50

**INGE SUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
LIMITE DE ATTERBERG INV E- 125-126**

FECHA : 27 DE FEBRERO 2018
PROYECTO : CONSTRUCCION BLOQUE DE AULA DE CLASES
COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE MOCOA - DEPARTAMENTO PUTUMAYO

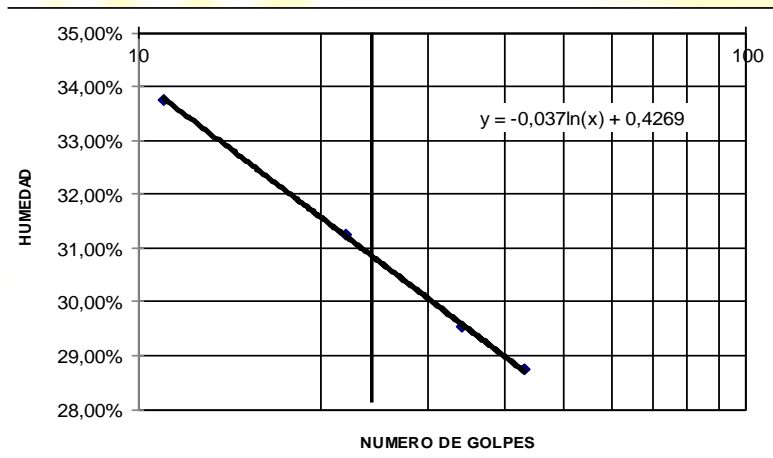
SONDEO : 3
MUESTRA : 1
PROFUNDIDAD : 0,60 - 3,00 M

LIMITE LIQUIDO

CAPSULA No	NUMERO DE GOLPES	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA + SUELO HUMEDO	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
		gr	gr	gr	gr	gr	%
C20	43	9,66	30,94	26,19	4,75	16,53	28,74%
C21	34	9,68	30,69	25,90	4,79	16,22	29,53%
C22	22	9,56	30,47	25,49	4,98	15,93	31,26%
C23	11	9,57	30,25	25,03	5,22	15,46	33,76%

LIMITE PLASTICO

C24		9,52	16,73	15,4	1,33	5,88	22,62%
C25		9,46	16,67	15,35	1,32	5,89	22,41%



LIMITE LIQUIDO : 31%
LIM. PLASTICO : 23%
IND. DE PLASTL : 8%

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galviz
Laboratorista



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institucional Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 51 de 50

	PESO UNITARIO HUMEDO			INGESUELOS&CONSTRUCCIONES SAS CARRERA 11 # 23 - 12 SANGIL - SANTANDER 3134624919 - 3118954637
SONDEO 1 PROFUNDIDAD DE 0.60 A 4.20				
LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	30,88	30,73	30,49	grs.
PESO FRASCO+AGUA	17,64	17,58	17,45	grs.
PESO SUELO SECO	13,36	13,28	13,21	grs.
PESO SUELO EN AGUA	21,18	21,12	20,95	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	7,82	7,84	7,74	cm3
PESO ESPECIFICO	1,71	1,69	1,71	grs./cm3
PROMEDIO	1,70			grs./cm3

Peso unitario en seco Tm/m3 1,60 - 2,16

SONDEO 2 PROFUNDIDAD DE 0.60 A 3.00				
LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	30,96	30,87	30,63	grs.
PESO FRASCO+AGUA	17,66	17,67	17,63	grs.
PESO SUELO SECO	13,32	13,37	13,35	grs.
PESO SUELO EN AGUA	21,10	21,04	21,10	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	7,78	7,67	7,75	cm3
PESO ESPECIFICO	1,71	1,74	1,72	grs./cm3
PROMEDIO	1,73			grs./cm3

Peso unitario en seco Tm/m3 1,60 - 2,16

SONDEO 3 PROFUNDIDAD DE 0.60 A 3.00				
LATA	1	2	3	
PESO FRASCO+AGUA+SUELO	30,93	30,86	30,78	grs.
PESO FRASCO+AGUA	17,66	17,54	17,43	grs.
PESO SUELO SECO	13,32	13,27	13,21	grs.
PESO SUELO EN AGUA	21,14	21,04	21,00	grs.
VOLUMEN DEL SUELO	7,82	7,77	7,79	cm3
PESO ESPECIFICO	1,70	1,71	1,70	grs./cm3
PROMEDIO	1,70			grs./cm3

Peso unitario en seco Tm/m3 1,60 - 2,16



Estudio Geotécnico y de Suelos Municipio de Mocoa

Construcción Aula Institución Educativa Simón Bolívar

CODIGO:0003

VERSIÓN: 02

Fecha: 02 de mayo de 2018

Página 52 de 50



LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE
NORMA INV E -152-13

INGESUELOS&CONSTRUCCIONES SAS
CARRERA 11 # 23 - 12 SAN GIL
SANTANDER 3134624919 -
3118954637

OBRA:	CONSTRUCCION BLOQUE DE AULAS COLEGIO RURAL SIMON BOLIVAR	PROFUNDIDAD	4,20 M
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE MOCOA	Nº LABORATORIO	1
CLIENTE		FECHA	27/02/2018

Diámetro	3,5	cm.
Alt. Inicial	7,5	cm.
Area	9,62	cm ² ,
Volumen	72,16	cm ³ ,
P. Humedo	166,2	gr.
P. Unitario	2,30	gr/cm ³
Alt. Final	7,09	cm,

γ _d max	1,872	gr/cm ³
G _s :	2791	
W%	23,05	%
Ang. Rotura	57	°
q _{max}	1,73	(Kg/cm ²)
Cohesión		

Δh (m.m.)	ε	1-ε	Ac (cm ²)	C (Nw)	C (kg)	σ (Kg/cm ²)	ε %
0,05	0,00067	0,99933	9,63	0,53	0,054	0,01	0,07
0,1	0,00133	0,99867	9,63	0,640	0,065	0,01	0,13
0,2	0,00267	0,99733	9,65	16,760	1,710	0,18	0,27
0,4	0,00533	0,99467	9,67	24,18	2,467	0,26	0,53
0,8	0,01067	0,98933	9,72	71,36	7,282	0,75	1,07
1	0,01333	0,98667	9,75	97,89	9,989	1,02	1,33
1,3	0,01733	0,98267	9,79	126,53	12,911	1,32	1,73
1,6	0,02133	0,97867	9,83	144,56	14,751	1,50	2,13
1,9	0,02533	0,97467	9,87	157,18	16,039	1,62	2,53
2,2	0,02933	0,97067	9,91	161,53	16,483	1,66	2,93
2,6	0,03467	0,96533	9,97	168,95	17,240	1,73	3,47
3	0,04000	0,96000	10,02	183,48	18,722	1,87	4,00
3,4	0,04533	0,95467	10,08	183,48	18,722	1,86	4,53
4,15	0,05533	0,94467	10,18	184,33	18,809	1,85	5,53
4,45	0,05933	0,94067	10,23	184,33	18,809	1,84	5,93

qu= 5,53

cu= 2,765

OBSERVACIONES: Prueba de Nucleo

Ing. Edwin Antonio Ortiz Higuera
Geotecnista

Javier Andres Ramirez Galvis
Laboratorista