

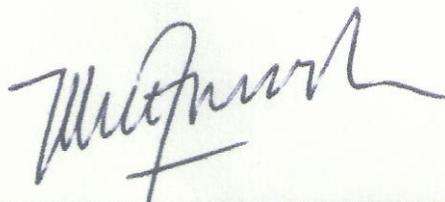
WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

ESTUDIO GEOTÉCNICO CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

BUCARAMANGA



Ing. WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ
Matrícula 14.675 de C/marca

SEPTIEMBRE DE 2013

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES	8
1.1	INTRODUCCIÓN	8
1.2	CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10 ..	8
1.3	LOCALIZACIÓN	8
1.4	OBJETIVOS	9
1.5	METODOLOGÍA	10
1.6	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	10
2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SITIO	11
2.1	CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS	11
2.2	CLIMA	11
3	EXPLORACIÓN REALIZADA	
4	GEOLOGÍA	
4.1	CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS	23
4.2	TECTÓNICA GENERAL	24
4.3	SEDIMENTOS DEL CUATERNARIO	25
4.4	MIEMBROS LIMOS ROJOS	25
4.5	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES DEL ÁREA	26
5	CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS	
5.1	NEOTECTÓNICA	28
5.2	ESPECTRO DE DISEÑO RECOMENDADO POR INGEOMINAS	28
5.3	Requerimientos amenaza sísmica NSR-10	29
5.3.1	Zona de amenaza sísmica (Numeral A.2.3 - NSR-10)	29
5.4	EFFECTOS LOCALES (NUMERAL A.2.4 NSR-10)	30

6	PERFIL ESTRATIGRÁFICO	35
7	ANÁLISIS GEOTÉCNICOS	40
7.1	TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	40
7.2	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	40
7.3	ASENTAMIENTOS	41
7.4	FACTOR DE FRICCIÓN SUELO CIMENTACIÓN	41
7.5	COEFICIENTE DE PRESIÓN LATERAL	41
7.6	MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUBSUELO	42
8	ESTABILIDAD DE TALUDES	43
8.1	TALUDES NATURALES	43
8.2	Modelo y Software Utilizado	46
8.2.1	Estabilidad de cortes	49
9	MUROS DE CONTENCIÓN	52
9.1	ESTABILIDAD DE CORTES VERTICALES	52
9.1.1	Profundidad de excavación máxima sin contención	54
9.1.2	Estabilidad de muros de contención	56
10	CONFORMACIÓN DE LOS MUROS	62
10.1	MURO COSTADO NORTE	62
10.2	MURO COSTADO ORIENTAL	64
10.3	MUROS DE LOS COSTADOS SUR Y OCCIDENTE	66
11	CONCLUSIONES	67
11.1	LIMITACIONES Y VERIFICACIONES	68
	ANEXO 1. CÁLCULOS DE CAPACIDAD PORTANTE	69
	ANEXO 2. LITOLOGÍAS	76
	ANEXO 3. ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA	86
	ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Localización del sitio de estudio.....	9
Figura 2– Esquema de localización de sondeos.....	13
Figura 3– Plano Geológico general.....	27
Figura 4– Espectro de diseño.....	29
Figura 5– Línea de refracción sísmica.....	30
Figura 6– Espectro elástico de aceleraciones de diseño con fracción de g (Fuente: Figura A.2.6-1 - NSR – 10).....	33
Figura 7– Espectro en función del periodo.....	34
Figura 8– Topografía del terreno en el sitio de implantación de la edificación.....	43
Figura 9– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 02.....	44
Figura 10– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 01.....	44
Figura 11– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 05.....	45
Figura 12– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 06.....	45
Figura 13– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 01, caso estático.	48
Figura 14– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 01, caso dinámico.	48
Figura 15– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 06, caso estático.	48
Figura 16– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 06, caso dinámico.	49
Figura 17– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:2, caso estático.....	50
Figura 18– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:2, caso dinámico.....	50
Figura 19– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:1 para altura de 10.0 m, caso estático.....	51
Figura 20– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:1 para altura de 10.0 m, caso dinámico.....	51
Figura 21 – Perfil del corte sobre el costado Norte de la edificación.....	52
Figura 22– Corte sobre el costado Oriental de la edificación.....	53
Figura 23– Corte sobre el costado Sur de la edificación.....	53
Figura 24– Corte sobre el costado Occidental de la edificación.....	54

Figura 25– Estabilidad de un corte vertical con altura de 10.0 metros sobre el lado norte de la edificación	56
Figura 26– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado norte de la edificación con muro de pantalla anclada de 10.0 metros de altura, caso estático	57
Figura 27– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado norte de la edificación con muro de pantalla anclada de 10.0 metros de altura, caso dinámico	58
Figura 28– Deformaciones en el sistema suelo-muro pantalla para el caso de un muro anclado de 10 metros de altura.	59
Figura 29– Estabilidad de un corte vertical de 7.0 metros sobre el lado oriental de la edificación	60
Figura 30– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado oriental de la edificación con muro de pantalla anclada de 7.0 metros de altura, caso estático	60
Figura 31– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado oriental de la edificación con muro de pantalla anclada de 7.0 metros de altura, caso dinámico	61
Figura 32– Esquema general del muro del costado norte	63
Figura 33– Corte de la pantalla anclada del muro del costado norte, altura de 10.0 metros	63
Figura 34– Detalles de la pantalla anclada del muro del costado norte, altura de 10.0 metros	64
Figura 35– Detalles de la pantalla anclada del muro del costado oriental, altura de 10.0 y 7.0metros	65
Figura 36– Detalles de la pantalla anclada del muro del costado oriental, altura de 10.0 y 7.0metros	66

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

LISTA DE TABLAS

Tabla 1– Resultados de los ensayos de penetración estándar de campo	39
Tabla 2 – Valores de los coeficientes de presión lateral de tierra	42
Tabla 3 – Resumen de las propiedades de los suelos	47

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1– Vista del sitio de realización del sondeo No.1, en el sector nor-oriental del lote, sobre la berma del talud.....	15
Fotografía 2– Vista del sitio de realización del sondeo No.2, en el sector central del lote, hacia el costado sur.	17
Fotografía 3– Otra vista del sitio de realización del sondeo No.2, en el sector central del lote. Al fondo, el edificio del parque interactivo Neomundo.	18
Fotografía 4– Sitio de realización del sondeo No.3, en el sector sur-occidental del lote.	20
Fotografía 5– Sitio de realización del sondeo No.3, en el sector nor-occidental del lote.	22
Fotografía 6– Sitio de realización de la línea de refracción sísmica	31

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio de suelos, se realiza con el fin de conocer las características geotécnicas de los terrenos donde se construirá EL Centro de Convenciones Neomundo de Bucaramanga. En el presente informe, se presentan algunos datos generales del proyecto, como localización, se hace una revisión del contexto geológico del sector, un resumen de las perforaciones realizadas y se dan algunos parámetros para diseño de las cimentaciones de las estructuras.

1.2 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, título H).

1.3 LOCALIZACIÓN

El sitio se localiza en terreno ubicado hacia el costado norte de la edificación actual del parque interactivo Neomundo, a un costado del acceso de la transversal Oriental al viaducto de La Flora.



Figura 1– Localización del sitio de estudio.

1.4 OBJETIVOS

Los objetivos principales de la investigación son los siguientes:

- Determinar el perfil estratigráfico del terreno en el sitio del proyecto y la posición del nivel freático
- Determinar las características físicas y geomecánicas de los suelos que lo componen
- Determinar los parámetros para diseño de las cimentaciones
- Dar las recomendaciones que sean pertinentes para mantener la estabilidad del terreno y del proyecto

1.5 METODOLOGÍA

En primer lugar, se ha realizado una inspección al sitio y se determinaron los puntos de ubicación de los sondeos, así como el tipo de equipo a utilizar, de acuerdo con la morfología del terreno y sus características físicas.

Posteriormente se llevó a cabo la investigación de campo mediante sondeos, de los cuales se recuperaron muestras para la realización de los ensayos de laboratorio correspondientes.

Posteriormente se hacen los análisis de Ingeniería y se elabora un informe, en el cual se relata la exploración realizada, la cual comienza por la elaboración del plan de perforaciones a realizar, la elaboración de los ensayos de laboratorio y los análisis de la información para con ello determinar los parámetros para diseño de las obras futuras.

1.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción del Centro de Convenciones de Bucaramanga, consistente en una edificación principal de tres plantas y dos sótanos para parqueo. Consistirá en un gran salón con capacidad para albergar unas 2500 personas. La edificación será integrada con el edificio actual de Neomundo, mediante la construcción de una gran cubierta y la creación de ambientes que armonicen la edificación existente con la nueva.

2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SITIO

2.1 CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS

El sitio estudiado está localizado junto a un escarpe de la quebrada La Flora, sobre una terraza de pendiente baja a media que sirvió como área de desalojo del tráfico procedente del sector oriental durante la construcción del intercambiador. La parte más plana del sitio se encuentra limitada por los costados norte y oriental, por taludes con altura máxima del orden de los 10 metros, con una terraza intermedia a una altura de 4.0 metros, a la cual se le observan grietas y signos de erosión hídrica. Se encontraron algunos rellenos y escombros sueltos. El lote presenta pendiente hacia el costado occidental, dirección que tomaba la mencionada vía provisional.

2.2 CLIMA

Bucaramanga se localiza ecológicamente en el bosque seco tropical con transición al fresco húmedo premontano. El piso térmico sobre el cual se encuentra la ciudad de Bucaramanga, es templado con variaciones importantes de temperatura.

Las principales características del clima de la zona son las siguientes:

Temperatura: Bucaramanga presenta una temperatura media de 24° C con 23.7°C en la parte norte de la terraza y 24.3° C en la parte sur más cerca de Girón.

Precipitación: La lluvia en la ciudad de Bucaramanga se caracteriza por presentar un comportamiento anual bien definido así: Un período seco inicial bastante fuerte durante los meses de Enero, Febrero y parte de Marzo, luego se

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

presentan dos períodos lluviosos entre Abril y Junio y luego entre Septiembre y Noviembre con un período seco intermedio entre Julio y Agosto, donde se presentan algunas lluvias importantes. La precipitación anual promedio es de 1.130 m.m.

Drenaje e infiltración: El drenaje superficial es bueno, debido a la pendiente moderada del terreno que facilita la escorrentía superficial. Los suelos sub-superficiales presentan una capacidad de infiltración moderada a alta.

Nivel freático: El perfil de suelo se considera bien drenado, se encuentra generalmente en estado húmedo y el nivel freático aparece, de acuerdo con estudios anteriores en la zona, a profundidad entre 9 y 12 metros, respecto de la superficie media del área de estudio. En los sondeos realizados no fue reportada su presencia.

3 EXPLORACIÓN REALIZADA

En el sitio se planeó la realización de cuatro (4) sondeos por el método de rotopercusión con recuperación de muestras alteradas e inalteradas y realización del ensayo de penetración estándar. Los sondeos se llevaron a una profundidad máxima de 15 metros, correspondiente a una edificación de categoría media por su altura, y su localización aproximada es como la que se muestra en la figura 2.

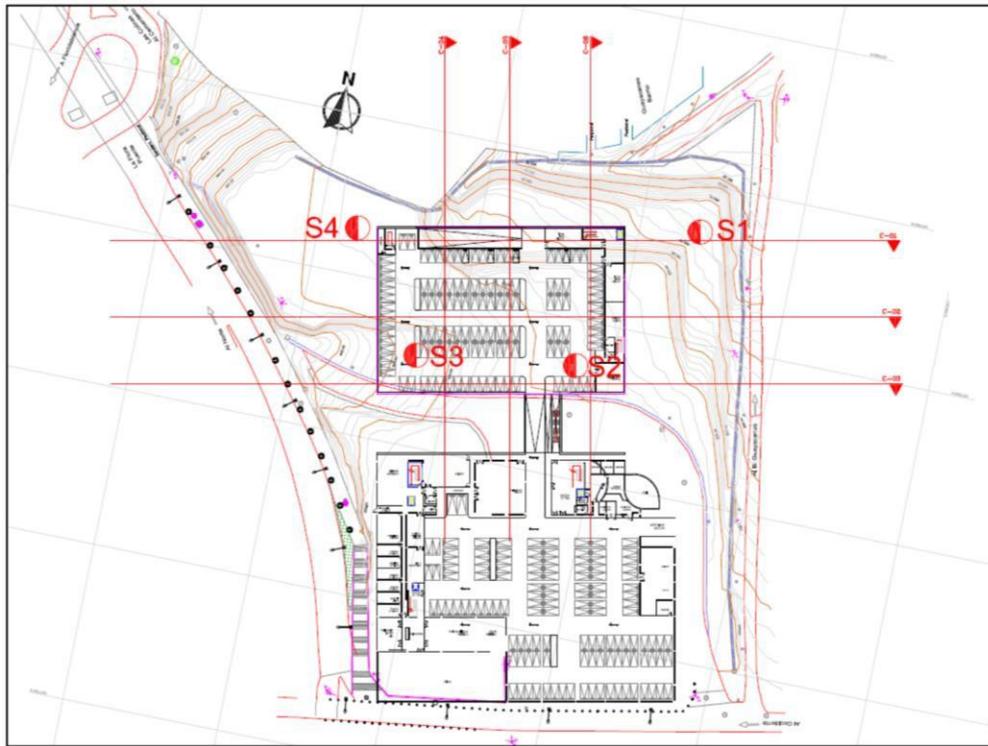


Figura 2– Esquema de localización de sondeos

Se planteó además la realización de un apique para toma de muestra inalterada para realización de un ensayo de corte directo, a fin de conocer las características de los suelos en el sector de los taludes del costado norte y nor-oriental. Las

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

perforaciones se llevaron hasta las profundidades de 15.00 metros los sondeos S1 y S4 y hasta 8.00 metros las perforaciones S2 y S3. A seguir se presentan los resultados de las perforaciones y fotografías del sitio de realización de cada una de ellas.

SONDEO 1

 Construsuelos de Colombia S.A.S. REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO													
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO													
CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013						LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER				Coordenadas X Y			
Tipo sondeo PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ			Inicio Ejecución 29-07-2013		Fin Ejecución 06-08-2013		SONDEO N° 1	OPERADOR ROBINSON PINEDA		SUPERVISOR ING. MIGUEL CAMARGO			
Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0,0		Suelo residual compuesto por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color marrón amarillento moderado, consistencia muy dura.	0,45	37-40-43 de 0.00 a 0.45 m 43R	Spt Spt	1	CL		18,25	41,00	22,98	18,02	52,71
1,0		Suelo residual compuesto por arena arcillosa color marrón amarillento moderado.	1,95	Barrena de 0.45 a 1.95 m	Barrena	2	SC		19,27	30,00	17,53	12,47	29,22
2,0		Suelo residual compuesto por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color marrón amarillento moderado, consistencia muy dura	2,40	25-36-40 de 1.95 a 2.40 m	Spt	3	CL		13,57	41,00	22,98	18,02	52,71
3,0		Suelo residual compuesto por arena arcillosa color marrón amarillento moderado.	3,90	Barrena de 2.40 a 3.90 m	Barrena	4	SC		16,670	30,00	17,53	12,47	29,22
4,0		Suelo residual compuesto principalmente por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color marrón amarillento moderado, consistencia muy dura	4,35	37-37-43 de 3.90 a 4.35 m	Spt	5	CL		14,64	41,00	22,98	18,02	52,71
5,0		Suelo residual compuesto por arena arcillosa color naranja amarillento oscuro. Presencia de fragmentos líticos provenientes de diferentes litologías.	5,85	Barrena de 4.35 a 5.85 m	Barrena	6			18,95				
6,0			46R	Spt									
7,0			7,35	Barrena de 5.85 a 7.35 m 43R	Barrena Spt	7	SC		22,49	27,00	15,33	11,67	20,41

Pruebas SPT: P.-Punta abierta, PC.-Punta Cerrada NOMENCLATURA: TPO.-SPT Penetrómetro Estándar (Cuchara Partida), Sh. Tubo Shelby, SUCS.-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, W.-Contenido de Humedad, Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ NOMENCLATURA: LL.-Límite Líquido, LP.-Límite Plástico, IP.-Índice Plástico, PASA 200.-pasante del tamiz 200, N.-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP.- Material NO Plástico.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

 Construsuelos de Colombia S.A.S.													
REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO													
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO													
CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013				LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER				Coordenadas X Y					
Tipo sondeo PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ		Inicio Ejecución 29-07-2013		Fin Ejecución 06-08-2013		SONDEO N° 1		OPERADOR ROBINSON PINEDA		SUPERVISOR ING. MIGUEL CAMARGO			
Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L. (%)	LP (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
8,0		Suelo residual compuesto por arena limosa color naranja amarillento oscuro, presencia de fragmentos líticos provenientes de diversas litologías. Ensayo corte de directo de 11.85-13.35 m, $\phi=40^\circ$ C=0.11 Kg/cm ²	8,85	Barrena de 7.35 a 8.85 m 46R	Barrena Spt	8			19,61				
9,0			10,35	Barrena de 8.85 a 10.35 m 43R	Barrena Spt	9			19,91				
10,0			11,85	Barrena de 10.35 a 11.85 m 46R	Barrena Spt	10	SM		18,15	-	-	-	16,58
11,0			13,35	Barrena de 11.85 a 13.35 m 46R	Barrena Spt	11							
12,0			14,85	Barrena de 13.35 a 14.85 m	Barrena	12	SM		21,09	-	-	-	20,40
13,0													
14,0													



Fotografía 1– Vista del sitio de realización del sondeo No.1, en el sector nor-oriental del lote, sobre la berma del talud.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

SONDEO 2

 Construsuelos de Colombia S.A.S.														
REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO														
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO														
CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013				LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER						Coordenadas X Y				
Tipo sondeo PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ			Inicio Ejecución 01-08-2013		Fin Ejecución 09-08-2013		SONDEO N° 2	OPERADOR ROBINSON PINEDA		SUPERVISOR ING. MIGUEL CAMARGO				
Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)	
0,0	[Hatched]	Suelo residual compuesto principalmente por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color naranja amarillento oscuro, presenta consistencia muy firme.	0,45	10-11-14 de 0.00 a 0.45 m	Spt	1			13,79					
1,0			0,90	15-17-17 de 0.45 a 0.90 m	Spt	2			6,75					
			1,35	18-17-20 de 0.90 a 1.35 m	Spt	3	CL			8,83	38,00	23,76	14,24	59,37
2,0	[Hatched]	Suelo residual compuesto principalmente por arena arcillosa color naranja amarillento oscuro, presenta compacidad relativa densa.	1,80	20-23-22 de 1.35 a 1.80 m	Spt	4			11,87					
			2,25	20-21-23 de 1.80 a 2.25 m	Spt	5			10,08					
			2,70	16-23-17 de 2.25 a 2.70 m	Spt	6			15,28					
			3,15	23-24-21 de 2.70 a 3.15 m	Spt	7			14,78					
			3,60	22-23-23 de 3.15 a 3.60 m	Spt	8	SC			14,61	32,00	17,25	14,75	38,09
4,0	[Hatched]	Suelo residual compuesto principalmente por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color naranja amarillento oscuro, presenta consistencia dura.	4,05	18-18-20 de 3.60 a 4.05 m	Spt	9			14,75					
			4,50	20-23-18 de 4.05 a 4.50 m	Spt	10			15,78					
			4,95	21-21-18 de 4.50 a 4.95 m	Spt	11			15,00					
			5,40	20-23-24 de 4.95 a 5.40 m	Spt	12	CL			20,07	41,00	22,88	18,12	63,06
			5,85	27-27-28 de 5.40 a 5.85 m	Spt	13				16,87				
			6,30	23-28-31 de 5.85 a 6.30 m	Spt	14				16,91				
			6,75	24-22-27 de 6.30 a 6.75 m	Spt	15				20,34				
7,0			7,20	20-23-27 de 6.75 a 7.20 m	Spt	16			24,83					
			7,65	24-23-27 de 7.20 a 7.65 m	Spt	17	CL		15,32	40,00	20,86	19,14	62,91	

Pruebas SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada
 Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,
 NOMENCLATURA: LL-Límite Líquido, LP-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones



Fotografía 2– Vista del sitio de realización del sondeo No.2, en el sector central del lote, hacia el costado sur.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones



Fotografía 3– Otra vista del sitio de realización del sondeo No.2, en el sector central del lote. Al fondo, el edificio del parque interactivo Neomundo.

WILFREDO DEL TORO R.
Ingeniero Civil - M. Sc.
Suelos - Fundaciones

SONDEO 3

 Construsuelos de Colombia S.A.S. REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO													
PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO													
CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013						LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER				Coordenadas X Y			
Tipo sondeo PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ			Inicio Ejecución 01-08-2013		Fin Ejecución 09-08-2013		SONDEO N° 3	OPERADOR ROBINSON PINEDA		SUPERVISOR ING. MIGUEL CAMARGO			
Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0,0	[Litología: Arena arcillosa]	Suelo residual compuesto principalmente por arena arcillosa color que varía de naranja amarillento oscuro pasando a marrón rojizo oscuro, presenta compactad relativa densa. Presencia de material de relleno.	0,45	12-15-15 de 0.00 a 0.45 m	Spt	1			9,02				
0,90			15-16-17 de 0.45 a 0.90 m	Spt	2			10,02					
1,35			17-17-16 de 0.90 a 1.35 m	Spt	3				11,59				
1,80	[Litología: Arcilla inorgánica]	Suelo residual compuesto principalmente por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color marrón claro, presenta consistencia muy dura, presencia de fragmentos líticos.	1,80	13-20-16 de 1.35 a 1.80 m	Spt	4	SC		7,92	23,00	14,36	8,64	46,95
2,25			25-20-25 de 1.80 a 2.25 m	Spt	5			10,96					
2,70			20-23-26 de 2.25 a 2.70 m	Spt	6			19,82					
3,15	[Litología: Grava limosa]	Suelo residual compuesto principalmente por grava limosa color marrón claro, presenta compactad relativa muy densa. Presencia de fragmentos líticos.	3,15	17-20-23 de 2.70 a 3.15 m	Spt	7	CL		9,46	30,00	16,09	13,91	66,60
3,60			15-17-22 de 3.15 a 3.60 m	Spt	8			9,69					
4,05			21-20-20 de 3.60 a 4.05 m	Spt	9			10,04					
4,50	[Litología: Grava limosa]	Suelo residual compuesto principalmente por grava limosa color marrón claro, presenta compactad relativa muy densa. Presencia de fragmentos líticos.	4,50	20-23-24 de 4.05 a 4.50 m	Spt	10			13,30				
4,95			24-26-27 de 4.50 a 4.95 m	Spt	11	GM		9,74	-	-	-	-	33,66
5,40			18-23-23 de 4.95 a 5.40 m	Spt	12			9,22					
5,85	[Litología: Arena arcillosa]	Suelo residual compuesto principalmente por arena arcillosa color que varía de marrón claro a marrón grisáceo pasando por marrón amarillento pálido, presenta compactad relativa densa. Presencia de fragmentos líticos.	5,85	20-16-21 de 5.40 a 5.85 m	Spt	13			8,41				
6,30			20-23-26 de 5.85 a 6.30 m	Spt	14	SC		12,78	32,00	17,87	14,13	49,43	
6,75			24-25-27 de 6.30 a 6.75 m	Spt	15			12,79					
7,20	[Litología: Grava limosa]	Suelo residual compuesto principalmente por grava limosa color marrón claro, presenta compactad relativa muy densa. Presencia de fragmentos líticos.	7,20	23-24-26 de 6.75 a 7.20 m	Spt	16			12,56				
7,65			27-27-26 de 7.20 a 7.65 m	Spt	17	SC		10,29	24,00	15,54	8,46	47,12	

Pruebas SPT: PA-Fuente abierta, FC-Fuente Cerrada
 Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Fenetrómetro Estándar (Cuchara Parrida), Sh: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos, W%-Contenido de Humedad, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, H-Número de golpes SPT (Usando Martillo Down), HP- Material HC Plástico.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones



Fotografía 4– Sitio de realización del sondeo No.3, en el sector sur-occidental del lote.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

SONDEO 4

Escala		Litología	Descripción	Cota	Nº Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	Nº Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Pasa 200 (%)
<p>ConstruSuelos de Colombia S.A.S. REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO</p> <p>PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO</p> <p>CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013 LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER Coordenadas X Y</p> <p>Tipo sondeo: PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ Inicio Ejecución: 02-08-2013 Fin Ejecución: 09-08-2013 SONDEO Nº: 4 OPERADOR: ROBINSON PINEDA SUPERVISOR: ING. MIGUEL CAMARGO</p>														
0,0			Suelo residual compuesto principalmente por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color que varía de marrón amarillento moderado pasando a naranja amarillento oscuro, presenta consistencia dura. Presencia de material de relleno.	0,45	11-11-13 de 0.00 a 0.45 m	Spt	1			9,88				
1,0				0,90	24-17-15 de 0.45 a 0.90 m	Spt	2			11,76				
				1,35	17-17-20 de 0.90 a 1.35 m	Spt	3			16,32				
2,0				1,80	9-10-8 de 1.35 a 1.80 m	Spt	4	CL		21,07	29,00	15,51	13,49	66,86
				2,25	7-5-6 de 1.80 a 2.25 m	Spt	5			21,08				
				2,70	2-2-3 de 2.25 a 2.70 m	Spt	6			21,57				
				3,15	3-3-4 de 2.70 a 3.15 m	Spt	7			22,27				
			Suelo residual compuesto principalmente por arcilla inorgánica de baja a media plasticidad color que varía de naranja amarillento oscuro pasando a marrón amarillento moderado, presenta consistencia suelta. Presencia de fragmentos líticos.	3,60	2-3-3 de 3.15 a 3.60 m	Spt	8			20,97				
				4,05	6-3-4 de 3.60 a 4.05 m	Spt	9	CL		24,68	37,00	20,10	16,90	50,28
				4,50	7-3-6 de 4.05 a 4.50 m	Spt	10			15,99				
				4,95	4-3-7 de 4.50 a 4.95 m	Spt	11			20,77				
				5,40	11-12-35 de 4.95 a 5.40 m	Spt	12			15,77				
				5,85	27-34-42 de 5.40 a 5.85 m	Spt	13			29,53				
			Suelo residual compuesto principalmente por arena limosa color marrón amarillento moderado, presenta compacidad relativa muy densa. Presencia de fragmentos líticos.	6,30	23-26-31 de 5.85 a 6.30 m	Spt	14			14,95				
				6,75	31-41-60 de 6.30 a 6.75 m	Spt	15	SM		8,60	-	-	-	33,27
					60R	Spt								
				8,25	Barrena de 6.75 a 8.25 m	Barrena	16			12,90				
					60R	Spt								
				9,75	Barrena de 8.25 a 9.75	Barrena	17	SM		13,04	-	-	-	13,84
					43R	Spt								
			Suelo residual compuesto principalmente por arena limosa color marrón amarillento moderado, presencia de fragmentos líticos.	11,25	Barrena de 9.75 a 11.25 m	Barrena	18			15,81				
					46R	Spt								
				12,75	Barrena de 11.25 a 12.75 m	Barrena	19	SM		17,70	-	-	-	12,17

Pruebas: SPT:PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada NOMENCLATURA: TIPO-SPT:Penetrómetro Estándar (Cuchara Partida), S: Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificada de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad, Sondeo:ROTACION DOBLE BARRIL HQ NOMENCLATURA: LL-Límite Líquido, LP-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones



Fotografía 5– Sitio de realización del sondeo No.3, en el sector nor-occidental del lote.

4 GEOLOGÍA

4.1 CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y GEOTÉCNICAS

De acuerdo al estudio de Zonificación Sismogeotécnica Indicativa del Área Metropolitana de Bucaramanga realizado por Ingeominas, el lote está localizado geológicamente sobre el Miembro Limos Rojos (**Qblr**), nivel definido por Julivert (1963).

Geomorfológicamente este Miembro constituye lo que anteriormente se denominaba como “Meseta de Bucaramanga”, con relieve semiplano y pendientes entre 2 y 7%: Su drenaje es escaso paralelo y superficial (Niño y Vargas, 1992).

Está constituido por arenas arcillosas gravosas y limos arcillosos de colores rojizos, amarillentos y naranjas. Se observó la presencia esporádica de bloques angulares de arenisca asociados superficialmente a este miembro; estos cantos pueden estar embebidos dentro de limos rojos y se caracterizan por estar meteorizados. Suprayace al segmento gravoso y su contacto con éste es gradacional.

La parte más superficial de este Miembro se encuentra altamente meteorizada, formándose en algunos sectores niveles de oxidación que le ayudan a incrementar su compactación y resistencia a la erosión. El ambiente de depositación indica un dominio de flujo de lodos combinados con caídas de bloques de la pendiente del macizo.

El lote se encuentra sobre un antiguo lago, el cual se encuentra a su vez sobre el abanico de Bucaramanga. Los orígenes del lago no han sido perfectamente estudiados, pero aparentemente están relacionados con la presencia de una fractura de origen tectónico dentro de la formación Bucaramanga al oriente del sector estudiado.

4.2 TECTÓNICA GENERAL

La terraza de Bucaramanga es un bloque hundido entre la falla de Bucaramanga al este y la del Suárez – Río de Oro al oeste. Entre la meseta de Bucaramanga y la falla de Bucaramanga se interpone además, un bloque ígneo que levantó los sedimentos de origen cuaternario de la meseta en el sector oriental desde el cerro de Morrórico hasta el barrio El Reposo.

El sector del Tejar se encuentra ubicado dentro de la terraza, separada de 500 a 1.000 metros de la unión de esta con el Igneo de Pan de Azúcar. En la unión de la terraza y la zona ígnea se encuentran los Lagos del Cacique que sirven como represa para ayudar a la filtración de agua hacia los sedimentos de las zonas de Lagos del Cacique y Tejar Moderno.

El sector oriental de la urbanización Lagos del Cacique forma parte del sector levantado por el fenómeno tectónico citado anteriormente.

El sector occidental está a niveles similares a los de otras zonas de la meseta. Entre estas dos zonas existe una posible fractura, la cual coincide con el antiguo lago sobre el cual se encuentra el proyecto. Esta fractura no está bien delimitada dentro del Cuaternario y aparentemente no presenta ningún problema de

estabilidad a la zona en estudio adicional a la presencia de nacimientos de agua y el depósito de suelos sueltos.

4.3 SEDIMENTOS DEL CUATERNARIO

Según De Porta (1959) la terraza de Bucaramanga está formada por tres niveles: el nivel inferior formado por cantos y lentes arenosos, el nivel medio por materiales finos y el nivel superior por conglomerados (Julivert, 1963). Además, sobre estos dos niveles y recubriendo toda la terraza se encuentran unos limos de un color que varía de amarillento a rojo. En el sector del talud hacia el costado norte del lote, se observa claramente el nivel superior de Limos Rojos, seguidos de una capa de limos más finos a medida que se profundiza por debajo de estos limos.

4.4 MIEMBROS LIMOS ROJOS

El miembro Limos Rojos corresponde al manto superior del abanico aluvial de Bucaramanga o formación Bucaramanga de edad Cuaternario. La formación Bucaramanga fue descrita inicialmente por De Porta (1958). Se trata de un importante depósito sedimentario de edad Cuaternario que morfológicamente corresponde a un abanico aluvial erosionado, posiblemente asociado en su mayor parte al río Suratá, acumulado sobre una depresión de origen tectónico, sobre el cual se ubica el casco urbano de la ciudad de Bucaramanga. Este abanico limita al nororiente y oriente con el Macizo de Santander, al noroccidente y occidente con el cerro de Palonegro y el río de Oro, y al sur con la Mesa de Ruitoque. Presenta una superficie suavemente ondulada, con pendiente ligeramente inclinada al occidente, entre 2° y 7°, y una extensión aproximada de 60 a 80 km².

La formación Bucaramanga es disectada por varias quebradas, la mayoría afluentes del río de Oro, conformando un drenaje dendrítico sub-paralelo. El espesor del depósito aumenta de oriente a occidente y aunque el valor real de éste se desconoce, siendo actualmente motivo de investigación, algunos cortes geológicos permiten estimar, en los sectores más profundos, valores promedios cercanos a los 250 m.

De acuerdo con la granulometría, morfología, agentes de transporte y fuentes de los materiales, esta unidad se acumuló en un ambiente típicamente fluvial, donde alternan materiales de origen aluvial tipo cono de deyección, flujos de escombros, canal y lagunar.

4.5 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS GENERALES DEL ÁREA

El lote estudiado no presenta amenazas geotécnicas importantes y se clasifica dentro de la zona geotécnica: **ZONA 3A Limos Rojos del Abanico Aluvial de Bucaramanga**. Los suelos del manto de Limos Rojos corresponden a arenas gravo-arcillosas, cementadas por óxidos de hierro sobre mantos gravosos y algo conglomeráticos; estos suelos presentan generalmente cohesiones y capacidades de soporte altos.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

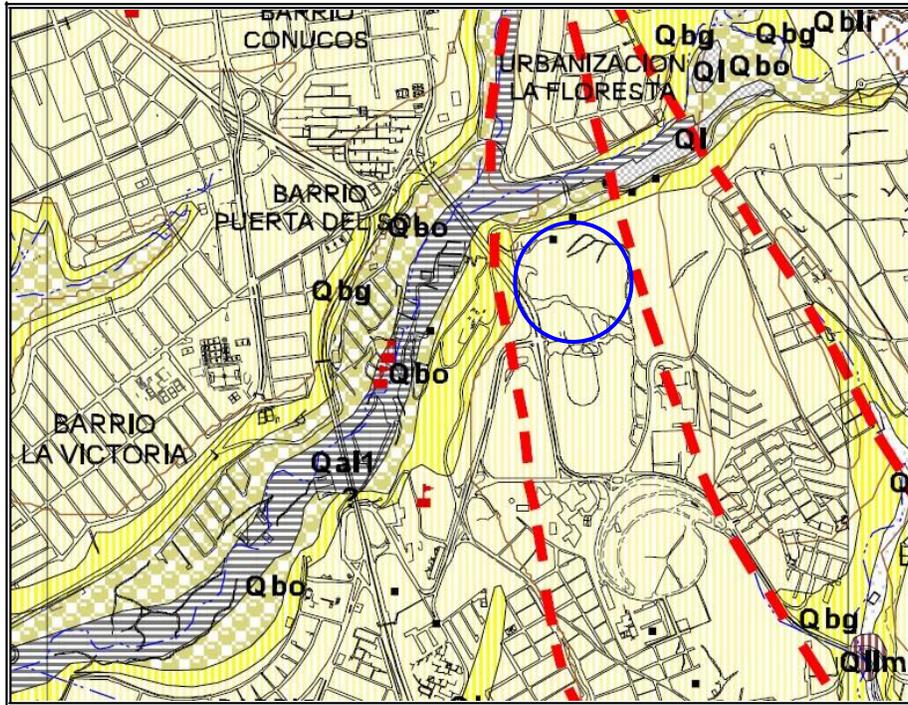


Figura 3- Plano Geológico general

5 CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS

5.1 NEOTECTONICA

De acuerdo con los resultados de las Fase I y II de la Microzonificación Sísmica del Área Metropolitana de Bucaramanga, la sismicidad y el marco litoestructural del bloque Andino, en la región nororiental de Colombia, se atribuye a una tectónica compresiva activa a partir del Mioceno Superior, generada por la convergencia Este-Oeste de las placas Litosféricas suramericana y de Nazca, además del choque en dirección Noreste-Sureste del bloque Panamá y la influencia de la Placa Caribe.

5.2 ESPECTRO DE DISEÑO RECOMENDADO POR INGEOMINAS

Teniendo en cuenta que las deformaciones acumuladas no superan los 100 cm en 100 años y que la superficie de ruptura no supera los 50 km (Longitud continua de una traza de falla), en nuestro criterio, el evento de diseño corresponde a un sismo de magnitud 5 a 6 originado en las fallas de Bucaramanga o del Suárez.

El efecto de un sismo de magnitud 7 en el Piedemonte llanero a más de 100 km de distancia tiene muy poco efecto sobre la ciudad de Bucaramanga. Los espectros respuesta para sismos de la falla de Bucaramanga (Ingeominas, 2001) se muestran en el diagrama siguiente.

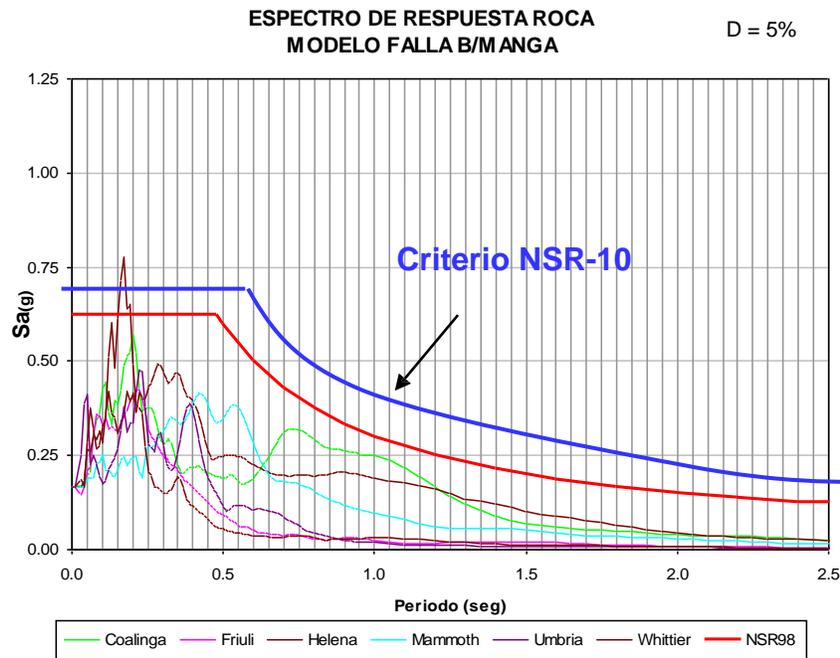


Figura 4– Espectro de diseño.

5.3 Requerimientos amenaza sísmica NSR-10

5.3.1 Zona de amenaza sísmica (Numeral A.2.3 - NSR-10)

De acuerdo al mapa de amenaza sísmica, la ciudad de Bucaramanga se encuentra localizada en una zona de amenaza sísmica alta. (Ver **Figura A.2.3-1 - Tabla A.2.3-2 NSR-10**)

Valores de A_a y A_v (Numeral A.2.3 - NSR-10)

De acuerdo al Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR 10, los movimientos sísmicos de diseño son los siguientes:

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

A_a (aceleración horizontal pico efectivo en roca): 0.25 (Ver **Figura A.2.3-2 - Tabla A.2.3-2 - NSR-10**)

A_v (velocidad horizontal pico efectivo): 0.25 (Ver **Figura A.2.3-3 - Tabla A.2.3-2 NSR-10**)

5.4 EFECTOS LOCALES (NUMERAL A.2.4 NSR-10)

Para el estudio de los efectos locales, se realizó un ensayo de refracción sísmica y ondas superficiales (Ver anexo); la línea se localizó de acuerdo con la figura 5. En la fotografía No. 6 se observa un detalle de la realización del ensayo.

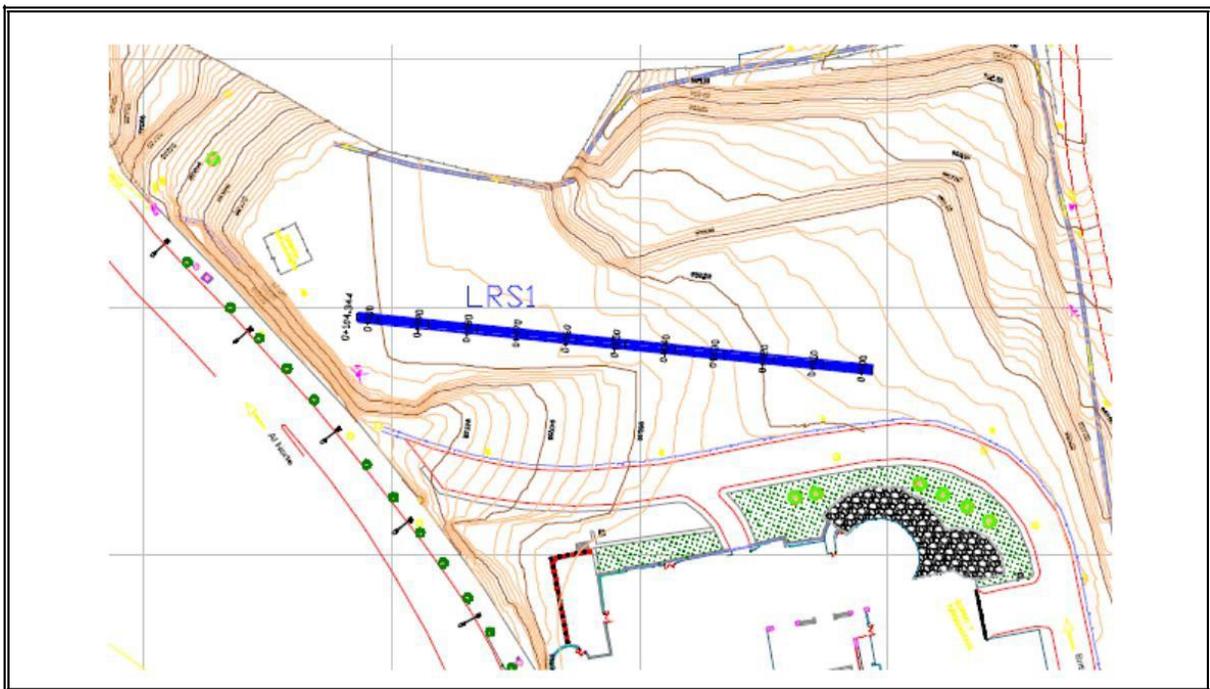


Figura 5– Línea de refracción sísmica



Fotografía 6– Sitio de realización de la línea de refracción sísmica

Los resultados indican que en los primeros treinta (30) metros de profundidad, se encuentran velocidades de onda entre 330 y 555 m/s, con un promedio de 388 m/s; para los primeros 10 metros de profundidad, el promedio de los valores de penetración estándar corregidos por energía, N_{60} , es de 31 golpes, pero para los 30 metros debe aumentar, dada la dureza que presentó y a la necesidad de avanzar la perforación por rotación. Por lo tanto, se tiene:

- **Clasificación de perfil de suelo:** De acuerdo a la NSR-10 (Ver **Tabla A.2.4-1**) el tipo y perfil de suelo es: C
 - Perfil de suelo rígido que cumple con la condición de velocidad media de onda entre 360 y 760 m/s
 - Perfil de suelo rígido que cumple con la condición $\bar{N} \geq 50$
 - Donde \bar{N} = número medio de golpes del ensayo de penetración estándar realizado de acuerdo a la norma ASTM D1586 haciendo corrección por energía N_{60} .

Criterios del espectro de diseño (Numeral 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.

Dónde:

- S_a : Valor del espectro de aceleraciones de diseño para un periodo de vibración dado.
- A_a : Aceleración horizontal pico efectivo en roca $A_a = 0,25$
- A_v : Velocidad vertical pico efectivo $A_v = 0,25$
- F_a : Coeficiente de amplificación F_a de períodos cortos del espectro **(Ver Tabla A.2.4-3 – NSR-10)**. $F_a = 1,15$
- F_v : Coeficiente de amplificación F_v de períodos intermedios del espectro **(Ver Tabla A.2.4-4 – NSR-10)**. $F_v = 1.55$
- I : Coeficiente de importancia **(Numeral A.2.5 - NSR-10)**
- Grupo de uso II: Edificación que alberga más de 200 personas **(Ver Tabla A.2.5-1 – NSR-10)**.
 $I = 1.10$
- T_o : Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones.
- T_c : Periodo de vibración correspondiente a la transición entre la zona de aceleración constante del espectro de diseño para periodos cortos y la parte descendente del mismo.
- T_L : Periodo de vibración correspondiente al inicio de la zona de desplazamiento aproximadamente constante del espectro de diseño para periodos largos.

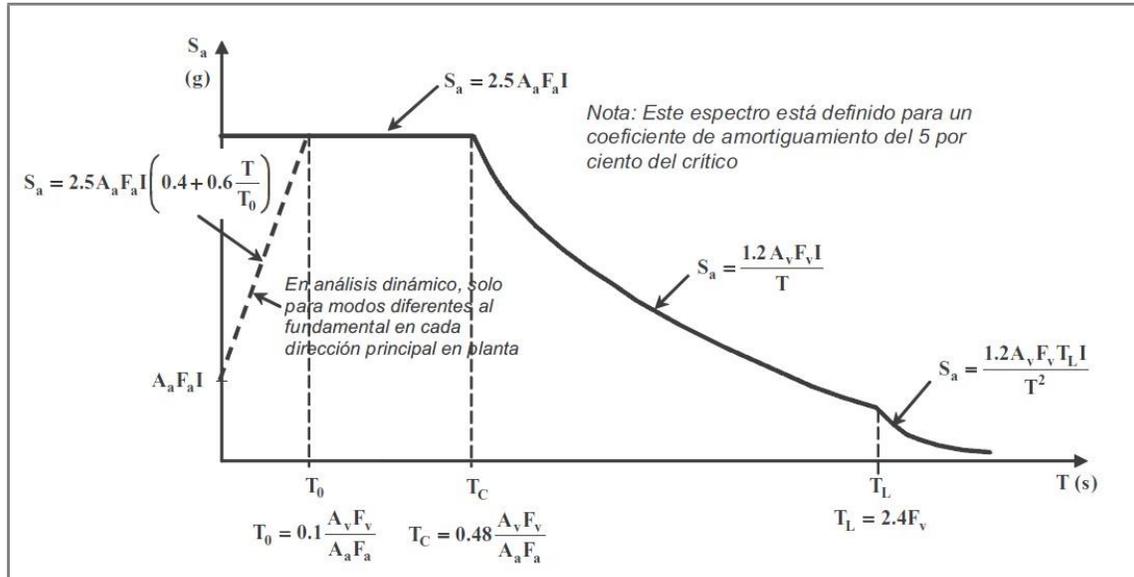


Figura 6– Espectro elástico de aceleraciones de diseño con fracción de g (Fuente: Figura A.2.6-1 - NSR – 10)

Cálculo de periodos:

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

$$T_o = 0.1 \frac{a_v F_v}{A_a F_a}; \quad T_o = 0.1 \frac{0.25 * 1.55}{0.25 * 1.15} = 0.1348 \text{ seg}$$

$$T_c = 0.48 \frac{a_v F_v}{A_a F_a}; \quad T_c = 0.48 \frac{0.25 * 1.55}{0.25 * 1.15} = 0.6469 \text{ seg}$$

$$T_L = 2.4 * F_v; \quad T_L = 2.4 * 1.55 = 3.72 \text{ seg}$$

$$S_a(T < T_c) = 2.5 * A_a * F_a * I = 2.5 * 0.25 * 1.15 * 1.1 = 0.7906$$

$$S_a(T_c < T < T_L) = \frac{1.2 A_v * F_v * I}{T}; \quad S_a(T_c < T < T_L) = \frac{1.2 * 0.25 * 1.55 * 1.1}{T} = 0.5115/T$$

$$S_a(T > T_c) = \frac{1.2 A_v * F_v * T_L * I}{T^2}; \quad S_a(T > T_c) = \frac{1.2 * 0.25 * 1.55 * 3.72 * 1.1}{T^2} = 1.9028/T^2$$

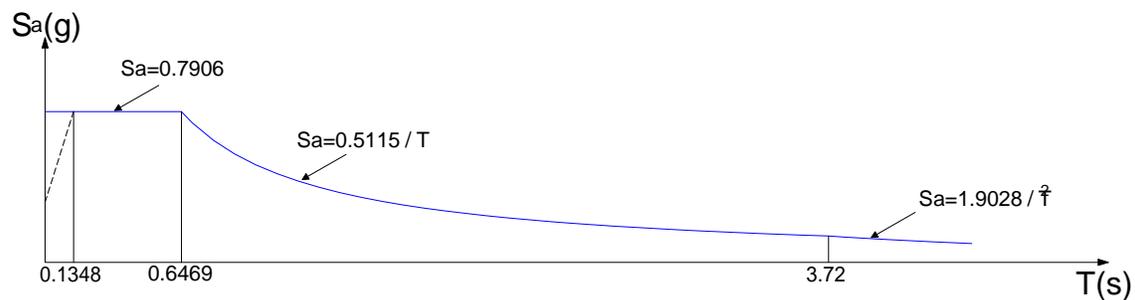


Figura 7– Espectro en función del periodo

6 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

En el sitio se encontraron suelos característicos del miembro Limos rojos, consistentes en arenas arcillosas y/o limosas intercaladas con capas de arcillas delgadas a gruesas, de compacidad media a alta a lo largo de las perforaciones y con suficiente capacidad de soporte a nivel esperado de cimentación.

Sondeo 1 (Contra el talud Nor-oriental)

Superficialmente aparece una capa delgada de arcilla arenosa de color marrón amarillento (CL), de plasticidad baja a media y contenido de humedad bajo. Su espesor es de 0.50 metro y presenta consistencia dura, con resistencia a la penetración estándar no determinada por rechazo.

Posteriormente se presenta una arena arcillosa de color marrón amarillento (SC), de baja plasticidad y contenido de humedad bajo a medio. Su compacidad es densa. Su espesor es de 1.50 metro.

Seguidamente aparece otra capa delgada de arcilla arenosa de color marrón amarillento (CL), de plasticidad baja a media y contenido de humedad bajo. Su espesor es de 0.50 metro y presenta consistencia dura.

Luego aparece una capa de arena arcillosa de color marrón amarillento moderado (SC), de baja plasticidad y contenido de humedad bajo. Su compacidad es densa. Su espesor es de 1.50 metro.

Seguidamente aparece otra capa delgada de arcilla arenosa de color marrón amarillento (CL), de plasticidad baja a media y contenido de humedad bajo. Su espesor es de 0.50 metro y presenta consistencia dura.

Posteriormente, entre 5.50 y 7.50 metros de profundidad aparece una capa de arena arcillosa de color naranja amarillento oscuro (SC), de baja plasticidad y contenido de humedad bajo a medio. Su compacidad es densa.

Desde 7.50 y hasta el final del sondeo, aparece una arena limosa de coloración naranja amarillento oscuro, con compacidades altas a muy alta. Esta, como todas las capas de suelo, presentó rechazo a la penetración estándar por la dureza de las mismas.

Ensayo de corte directo sobre una muestra tomada a la profundidad de 11.85 – 13.35 metros, arroja unos parámetros de resistencia de Cohesión 11 KN/m² y ángulo de fricción de 40 grados.

Sondeo 2

Superficialmente aparece una capa de arcilla arenosa de color naranja amarillento oscuro (CL), de plasticidad baja a media y contenido de humedad bajo. Su espesor es de 1.20 metro y presenta consistencia firme a muy firme, con resistencia a la penetración estándar determinada entre 25 y 37 golpes.

Posteriormente se presenta una arena arcillosa de color naranja amarillento oscuro (SC), de baja a media plasticidad y contenido de humedad bajo a medio. Su compacidad es densa y su resistencia a la penetración varía entre 40 y 46 golpes. Su espesor es de 2.20 metros.

Seguidamente y hasta la profundidad investigada de 8.0 metros, aparece otra capa de arcilla arenosa de color naranja amarillento oscuro (CL), de plasticidad baja a media y contenido de humedad bajo a medio. Su consistencia es dura y su resistencia a la penetración estándar varía entre 38 y 59 golpes por pie.

Sondeo 3

Superficialmente aparece una capa de arena arcillosa de color que varía de naranja amarillento oscuro a marrón rojizo oscuro (SC), de plasticidad baja y contenido de humedad bajo. Su espesor es de 1.80 metro y presenta compacidad media a compacta, con resistencia a la penetración estándar determinada entre 30 y 36 golpes.

Seguidamente aparece una capa de arcilla arenosa de marrón claro (CL), de plasticidad baja y contenido de humedad bajo. Su consistencia es dura y su resistencia a la penetración estándar varía entre 43 y 49 golpes por pie. Su espesor es de 1.30 metro.

A seguir se presenta una grava limosa de color marrón claro (GM), de muy baja plasticidad y contenido de humedad bajo. Su compacidad es densa y su resistencia a la penetración varía entre 39 y 53 golpes. Su espesor es de 2.00 metros.

Posteriormente y hasta la profundidad investigada de 8.00 metros, aparece una arena arcillosa de color que varía de marrón claro a marrón grisáceo (SC), de baja a media plasticidad y contenido de humedad bajo. Su compacidad es densa y su resistencia a la penetración varía entre 37 y 53 golpes.

Sondeo 4

Superficialmente aparece una capa de arcilla arenosa de color que varía de marrón amarillento moderado a naranja amarillento oscuro (CL), de plasticidad baja a media y contenido de humedad medio. Su espesor es de 1.80 metro y presenta consistencia dura, con resistencia a la penetración estándar determinada entre 24 y 37 golpes.

Posteriormente se presenta otra capa de arcilla arenosa de color marrón amarillento (SC), de baja a media plasticidad y contenido de humedad medio. Su compacidad es blanda y su resistencia a la penetración estándar se registró entre 7 y 11 golpes. Su espesor es de 2.20 metros.

Hacia el final del sondeo. Entre 4.00 y 15.00 metros, aparece una capa de arena limosa de color marrón amarillento (SM), de muy baja plasticidad y contenido de humedad bajo. Su consistencia es media a muy dura y su resistencia a la penetración estándar se registró entre 9 y 101 golpes.

En el desarrollo de las perforaciones no se detectó presencia de nivel freático ni de filtraciones importantes de agua.

En la siguiente tabla se presentan los valores de penetración estándar de campo, obtenidos durante el ensayo:

Tabla 1– Resultados de los ensayos de penetración estándar de campo

CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO					
VALORES DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR DE CAMPO					
Prof. (m)		SONDEO 1	SONDEO 2	SONDEO 3	SONDEO 4
De	Hasta				
0,00	0,45	83	25	30	24
0,45	0,90	B	34	32	32
0,90	1,35	B	37	33	37
1,35	1,80	78	45	36	18
1,80	2,25	B	44	45	11
2,25	2,70	80	40	51	5
2,70	3,15	B	45	43	7
3,15	3,60	B	46	39	6
3,60	4,05	B	38	40	7
4,05	4,50	B	41	47	9
4,50	4,95	B	39	52	10
4,95	5,40	B	47	46	47
5,40	5,85	B	55	37	77
5,85	6,30	B	59	49	57
6,30	6,75	B	49	52	101
6,75	7,20	B	50	50	B
7,20	7,65	B	50	53	B
7,65	8,10	B	50	53	B
8,10	8,55	B			B
8,55	9,00	B			B
9,00	9,45	B			B
9,45	9,90	B			B
9,90	10,35	B			B
10,35	10,80	B			B
10,80	11,25	B			B
11,25	11,70	B			B
11,70	12,15	B			B
12,15	12,60	B			B
12,60	13,05	B			B
13,05	13,50	B			B
13,50	13,95	B			B
13,95	14,40	B			B
14,40	14,85	B			B

B= Perforación por barrenado (Rotación con lavado por la dureza del material)

7 ANÁLISIS GEOTÉCNICOS

7.1 TIPO Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con los resultados de la investigación y las características de los suelos, la cimentación recomendada para las estructuras es del tipo superficial mediante zapatas aisladas o combinadas, las cuales deben desplantarse a la profundidad mínima de 2.0 metros por debajo del nivel de segundo sótano, es decir, cota aproximada de 946 msnm, donde se tiene capacidad de carga suficiente para soportar las cargas que serán impuestas.

7.2 CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

Para el cálculo de las presiones admisibles de trabajo o capacidad de soporte para suelos granulares, se utiliza una correlación empírica con los resultados del ensayo de penetración estándar de acuerdo al criterio de Meyerhof, modificado por Bowles (1977), según el cual,

$$q_{adm} = 11.98 N_{corr} \left(\frac{3.28B+1}{3.28B} \right)^2 Fd \left(\frac{Se}{25.4} \right)$$
$$Fd = 1 + \frac{0.33 D_f}{B}$$

Donde,

N_{corr} = penetración estándar corregida

B = ancho del cimiento

Fd = Factor de profundidad del cimiento

D = profundidad del cimiento

Se = asiento esperado, 25.4 mm como máximo

El valor de penetración estándar N seleccionado para los análisis, corresponden al valor medio representativo del comportamiento del suelo por debajo del nivel de cimentación, de acuerdo con los resultados de campo.

De acuerdo con la tabla de cálculo en anexo, para un valor de asentamiento tolerable de 20 mm y un tamaño de cimentación de 4.0 m, para cálculo, se obtiene una capacidad portante admisible de 40.0 Ton/m².

7.3 ASENTAMIENTOS

Se han evaluado mediante el método de Schmertmann y Hartan (1978), para un tamaño de cimentación de 4.0 metros, bajo una carga similar a la capacidad de carga admisible de 40 Ton/m². Se esperan asientos máximos del orden de 3.7 cm.

7.4 FACTOR DE FRICCIÓN SUELO CIMENTACIÓN

La cimentación, tal como se ha propuesto, estará sobre suelo arcillo arenoso, de manera que el factor de fricción cimienta-suelo será función del ángulo de fricción del suelo bajo la cimentación, el cual de acuerdo con los resultados de evaluación mediante el método de Álvaro González (1999), es de 35.0 grados. Por lo tanto, el factor de fricción es $\text{Tan}(0.8 \cdot 35)$, igual a 0.532.

7.5 COEFICIENTE DE PRESIÓN LATERAL

Se calcula en función del ángulo de fricción, que para el caso es de 35 grados; sin embargo, se recomienda tomar un ángulo de 30 grados, con lo cual se obtiene:

Tabla 2 – Valores de los coeficientes de presión lateral de tierra

COEFICIENTES DE PRESIÓN LATERAL

$$K_a = \frac{1 - \text{Sen}\phi}{1 + \text{Sen}\phi}; \quad K_p = \frac{1 + \text{Sen}\phi}{1 - \text{Sen}\phi}; \quad K_o = 1 - \text{Sen}\phi$$

Ángulo de fricción: **30**

ϕ	Sen ϕ	Ko	Ka	Kp
30	0,500	0,500	0,333	3,000

7.6 MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUBSUELO

Se calcula en función del valor de penetración bajo la cimentación mediante la expresión:

$$K_s = \frac{N}{5.5} \left[\frac{1 + 0.5 \frac{B}{L}}{1.5} \right]$$

Para los valores de N determinados a nivel de cimentación, se tiene un valor medio de Módulo de reacción de 6.18 Kg/cm3.

8 ESTABILIDAD DE TALUDES

8.1 TALUDES NATURALES

El terreno se encuentra limitado hacia los costados norte y orientales, por taludes que han sido perfilados y estabilizados con anterioridad y que se encuentran en proceso de revegetalización. Sin embargo, como punto de partida para los análisis posteriores, se realiza un análisis de su estabilidad.

En la siguiente figura, se presenta un esquema de la topografía del sitio, donde se muestran cortes sobre los taludes de los costados norte y oriental del sitio.

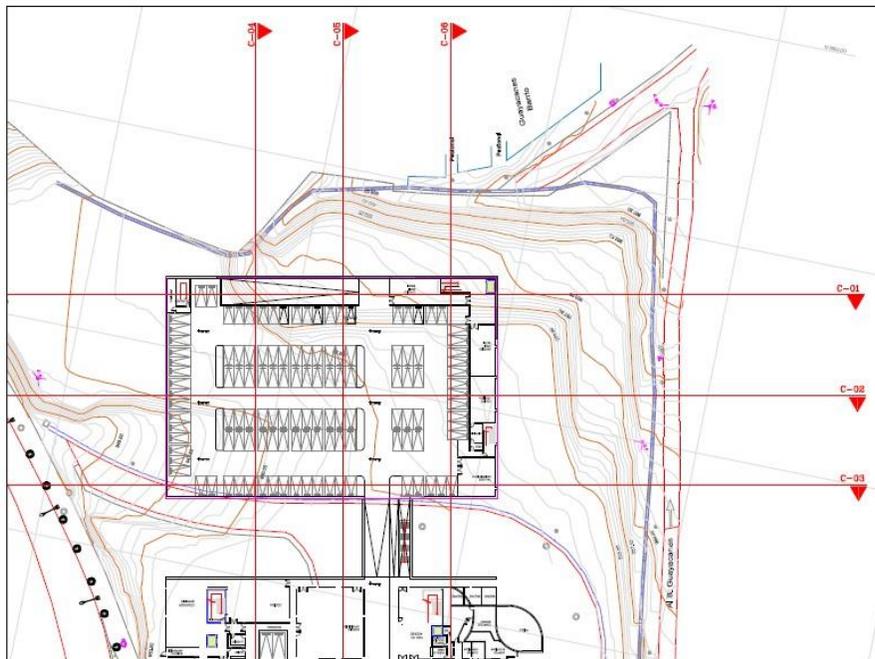


Figura 8– Topografía del terreno en el sitio de implantación de la edificación

En las figuras 8 a 11, se presentan secciones típicas de los taludes, a los cuales se les ha verificado su estabilidad.

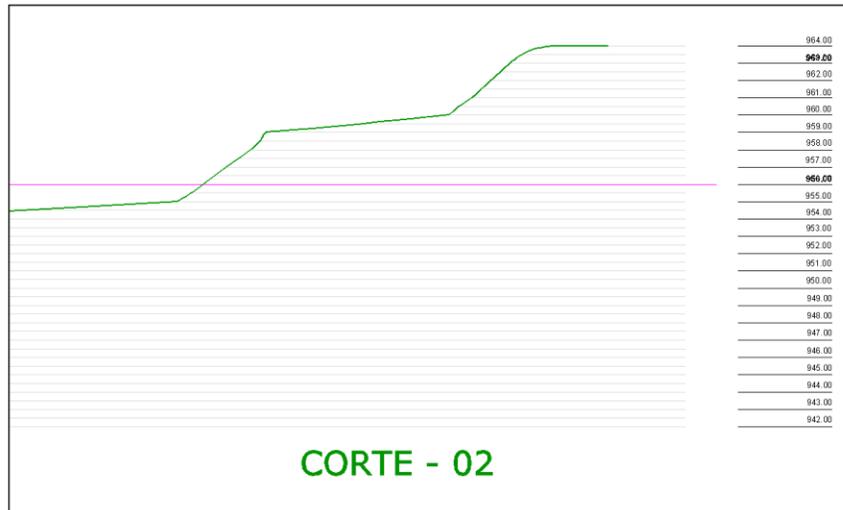


Figura 9– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 02

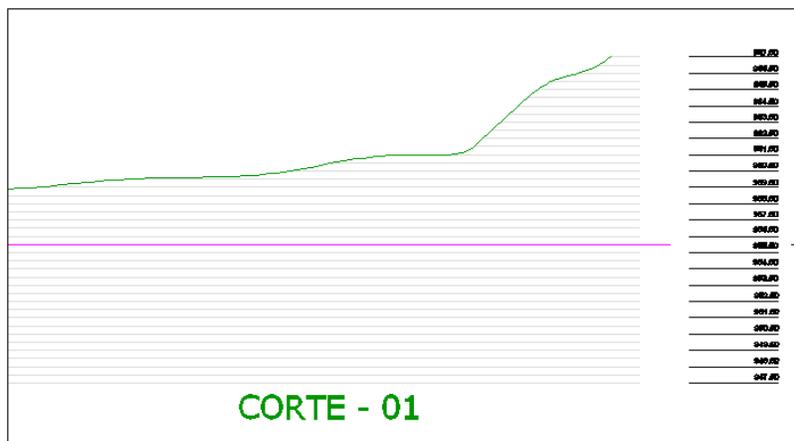


Figura 10– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 01

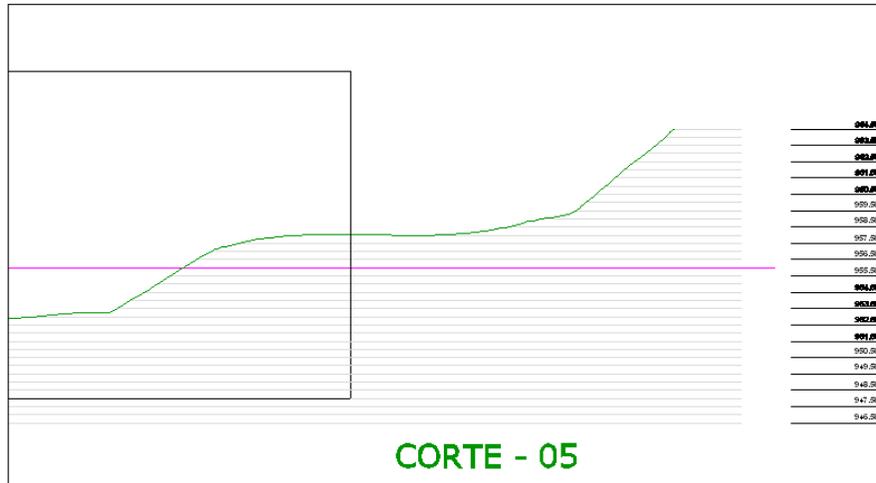


Figura 11– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 05

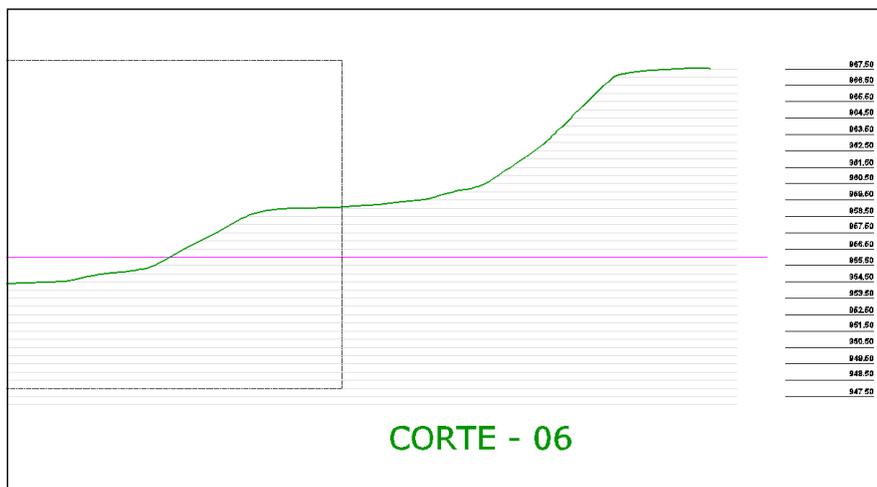


Figura 12– Esquema del talud correspondiente a la sección del corte 06

8.2 Modelo y Software Utilizado:

Para el análisis del modelo geotécnico se utilizó el software para computador SLOPE/W, Versión 5 de GEO-SLOPE International Ltd, Calgary Alberta, Canadá. SLOPE/W es un producto de Software que utiliza la teoría de equilibrio límite para obtener los factores de seguridad al deslizamiento de los taludes.

Métodos de análisis

Aunque el programa permite trabajar con doce diferentes métodos de análisis, para objeto del presente estudio se trabajó conjuntamente con los siguientes cuatro métodos:

1. Método ordinario o de Fellenius
2. Método Bishop simplificado
3. Método de Janbú simplificado
4. Método de Spencer

Los resultados de los factores de seguridad se presentan para cada uno de los métodos indicados.

Geometría y estratigrafía

El modelo geotécnico se trabajó con los tipos de material de suelo identificados en los sondeos realizados. El perfil típico para el análisis, determinado a partir de los sondeos geotécnicos realizados y a las correlaciones de los valores del ángulo de fricción interna con los valores de N, consideró una estratigrafía conformada por una capa de arenas arcillosas de compacidad media a densa.

Superficies de falla

Se utilizaron círculos de falla utilizando un sistema de centros de giro y líneas de tangencia, en total se analizaron 1.331 círculos posibles de falla para cada método.

Presiones de poro

Para modelar las presiones de poro, el software utiliza la línea de nivel freático, de acuerdo con la información obtenida en la exploración de campo y sus características de resistencia, las obtenidas de los ensayos de corte directo y las correlacionadas con los valores de penetración estándar.

Tabla 3 – Resumen de las propiedades de los suelos

Suelo	Peso unitario (KN/m³)	Fricción (°)	Cohesión (KN/m²)
Arena arcillosa	18.0	35.0	11.0

El nivel freático no se determinó durante la exploración de campo, por lo tanto no se tienen presiones de poro.

En las siguientes figuras se presentan los análisis de estabilidad de los taludes seleccionados y posteriormente una tabla resumen de los factores de seguridad determinados.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

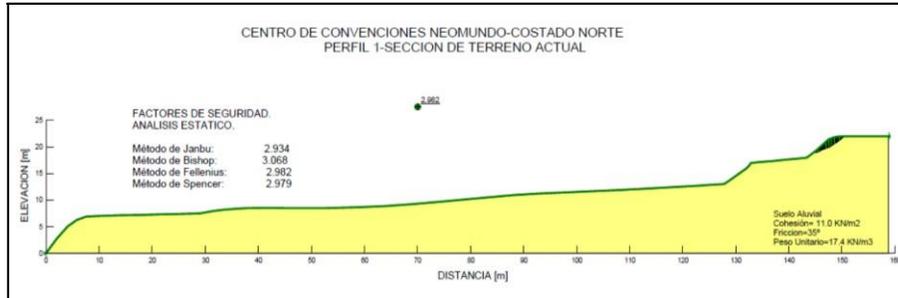


Figura 13– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 01, caso estático.

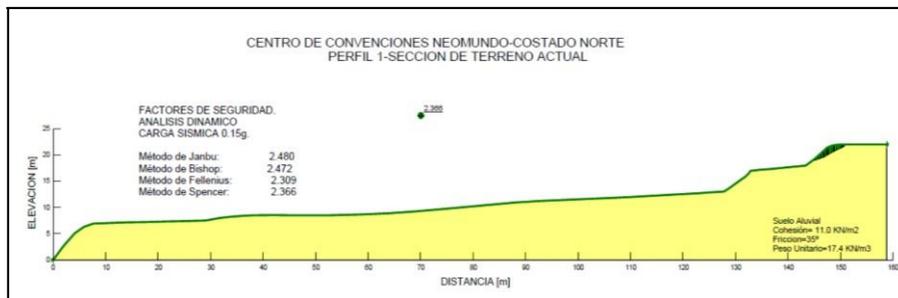


Figura 14– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 01, caso dinámico.

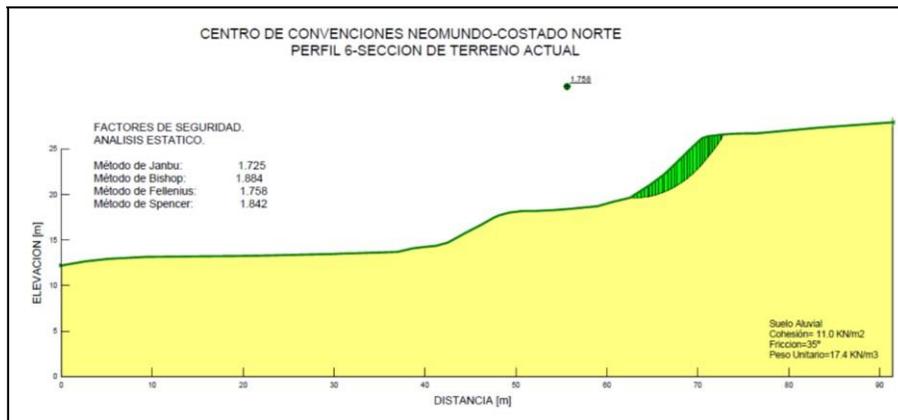


Figura 15– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 06, caso estático.

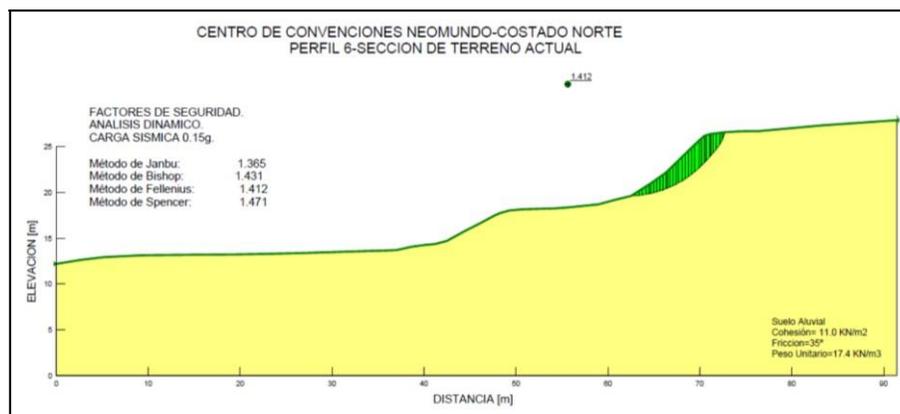


Figura 16– Esquema de estabilidad del talud correspondiente a la sección del corte 06, caso dinámico.

De acuerdo con los resultados de los análisis presentados, se concluye que los taludes actuales se encuentran en condiciones de estabilidad. Sin embargo, observaciones de campo permitieron definir la presencia de algunos procesos de erosión, causados fundamentalmente por la falta de control de aguas lluvias y de escorrentía sobre el talud, por lo cual se encuentra conveniente colocar cunetas de recolección de aguas, tanto en la corona de los taludes como en su contacto con las estructuras de contención que se han planteado.

8.2.1 Estabilidad de cortes

Durante el proceso constructivo, será necesario realizar cortes de tierras, bien sea para la construcción de los muros pantalla o para el avance de las excavaciones. En las siguientes figuras, se muestran los resultados de estabilidad de taludes de 7.0 y 10.0 metros para perfilado 1:2 y 1:1 respectivamente, para taludes de

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

carácter temporal durante la realización de las excavaciones y construcción de los muros pantalla y voladizo.

Los factores de seguridad determinados cumplen con los requerimientos mínimos para taludes de carácter temporal de la NSR-10.

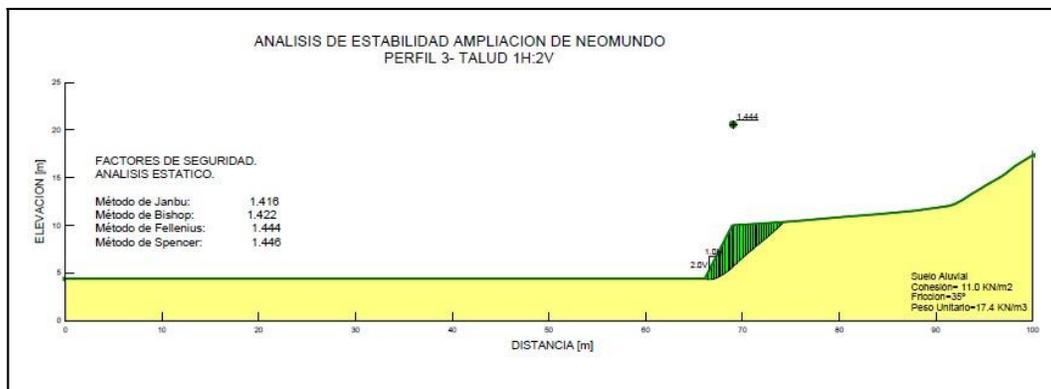


Figura 17– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:2, caso estático

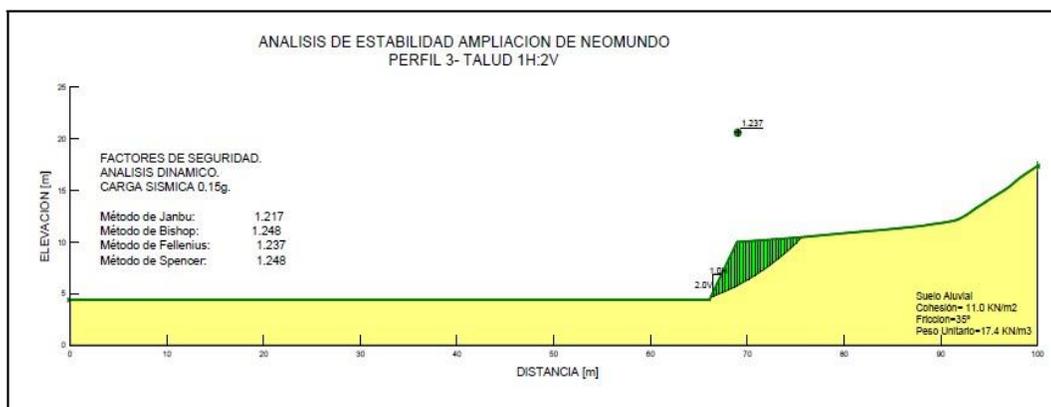


Figura 18– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:2, caso dinámico

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

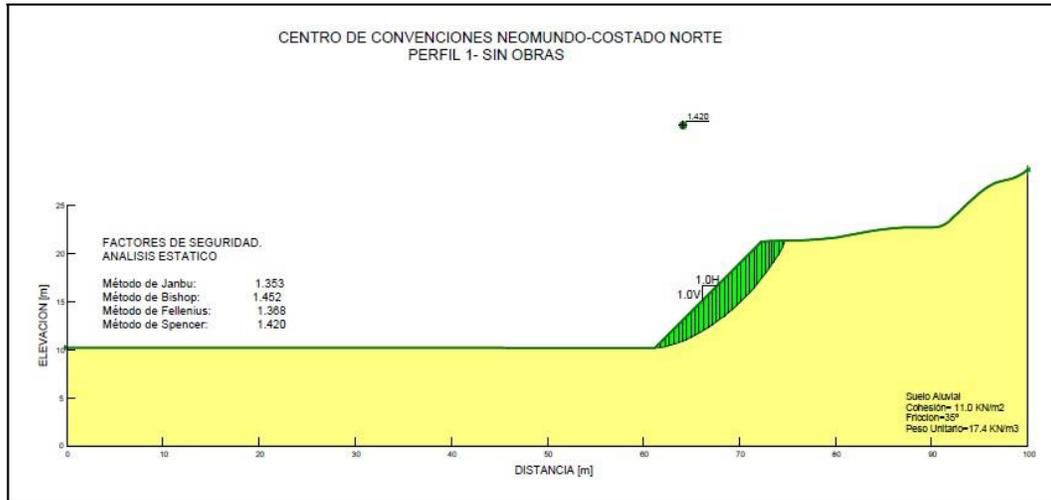


Figura 19– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:1 para altura de 10.0 m, caso estático

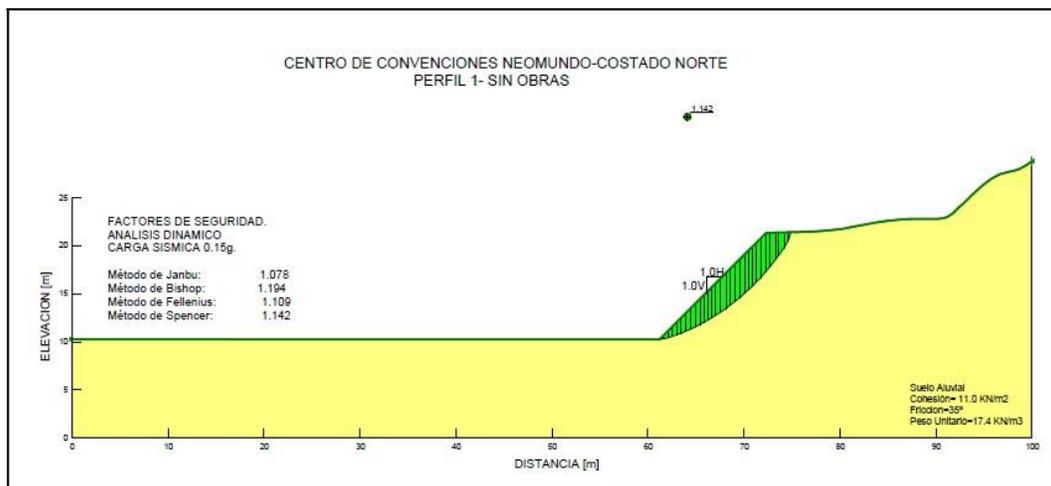


Figura 20– Esquema de estabilidad del talud de corte 1:1 para altura de 10.0 m, caso dinámico

9 MUROS DE CONTENCIÓN

9.1 ESTABILIDAD DE CORTES VERTICALES

De acuerdo con el diseño arquitectónico, se tendrán cortes verticales en todos los sectores de la edificación, debidos a la construcción de los dos (2) sótanos propuestos, siendo que los más altos serán los de los costados norte y nor-oriental, y los menores quedarán del lado sur-occidental. Los cortes sobre los lados extremos de la edificación tendrán la siguiente configuración:

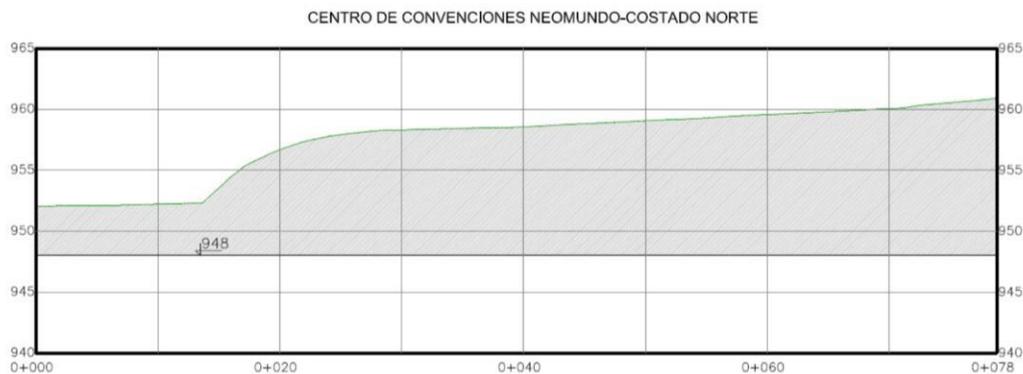


Figura 21 – Perfil del corte sobre el costado Norte de la edificación

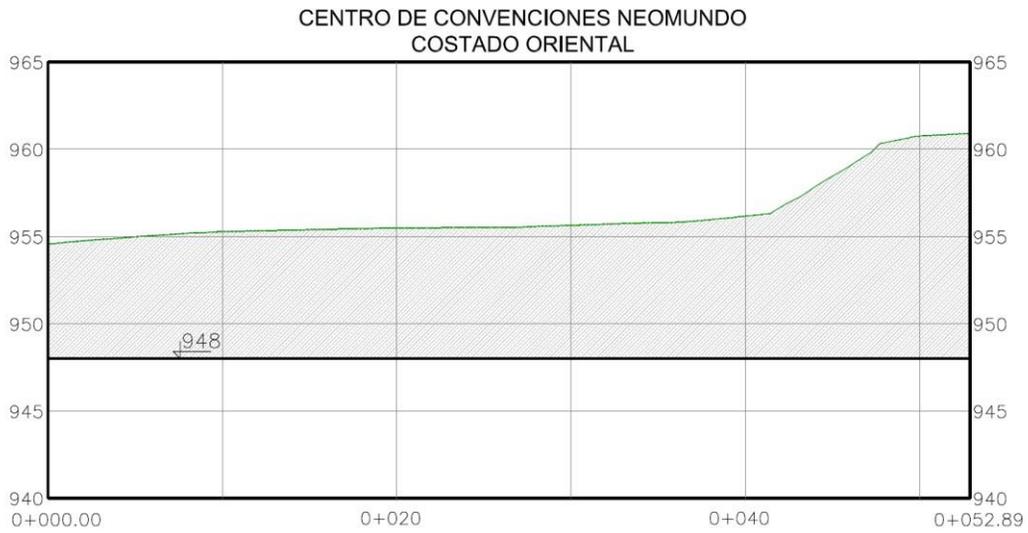


Figura 22- Corte sobre el costado Oriental de la edificación

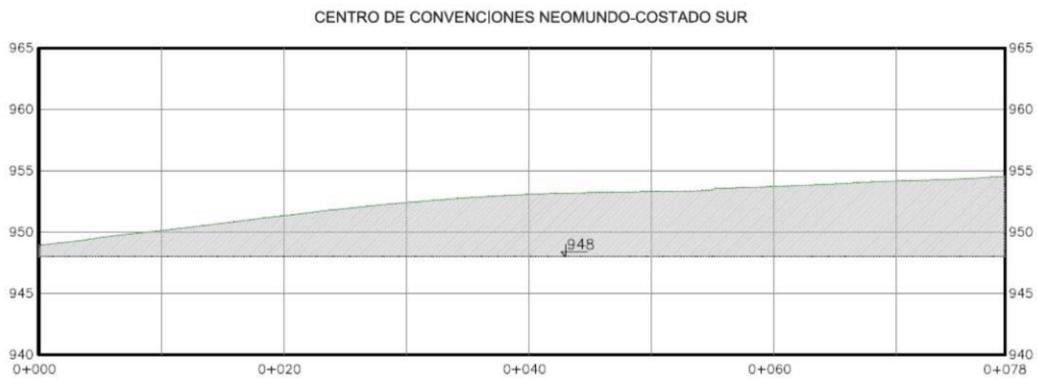


Figura 23- Corte sobre el costado Sur de la edificación

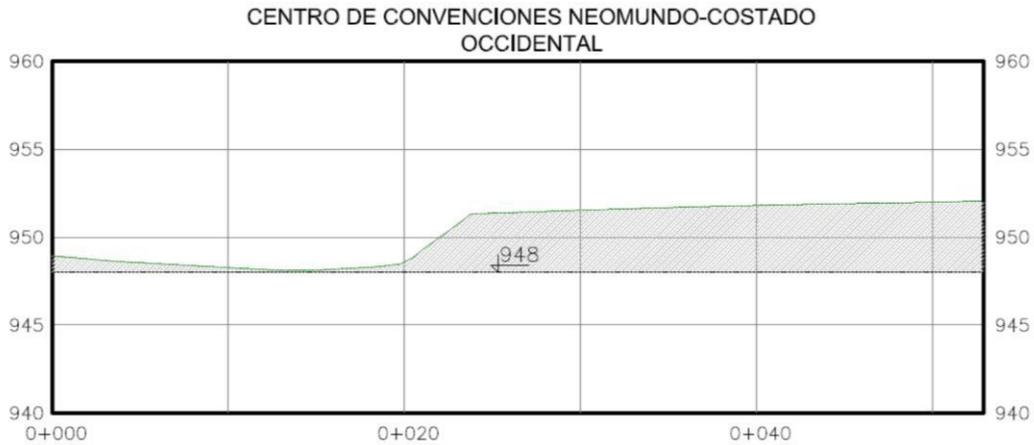


Figura 24– Corte sobre el costado Occidental de la edificación

Los cortes necesarios tendrán las siguientes alturas máximas y mínimas:

SECTOR DE LA EDIFICACIÓN	ALTURA DE CORTES, (m)	
	MÁXIMO	MÍNIMO
NORTE	12.90	4.05
SUR	6.60	0.95
ORIENTE	12.90	6.60
OCCIDENTE	4.05	0.10

9.1.1 Profundidad de excavación máxima sin contención

La profundidad de corte vertical teórica máxima, sin contención, se da cuando los empujes resultantes sean iguales a cero y se establece a partir de la ecuación general de empuje activo:

$$Pa = \int (w + \gamma z)Ka - 2c\sqrt{Ka}$$

donde,

w= sobrecarga repartida sobre el talud de corte

γ = peso específico del suelo

z= profundidad

c= cohesión del suelo

Ka= coeficiente de presión activa

Integrando, igualando a cero y aplicando un factor de seguridad, se obtiene:

$$Zc = \left(\frac{4c * \sqrt{Ka} - 2w}{\frac{\gamma * Ka}{F.S.} - \gamma} \right)$$

Los parámetros de resistencia determinados mediante ensayo de corte directo presentan un valor de cohesión de 11 KN/m² y ángulo de fricción medio, ajustado con el resultado del ensayo de corte directo y con la estimación de Álvaro González (1999) a partir de los valores de penetración corregidos, en 35 grados. Se considera una buena aproximación con el resultado experimental, por lo cual se adoptan los obtenidos a partir del método de González.

Para un valor de peso específico medio de 1.74 Ton/m³, sobrecarga de 1.0 Ton/m² y un Factor de seguridad de 1.25, se obtiene una altura de excavación máxima del orden de 3.0 metros.

Es decir, cortes de altura superior a 3.0 metros, requieren de contención, de acuerdo con la altura final de corte. De acuerdo con lo anterior, la edificación requerirá muros de contención en todos sus lados y en los casos de media y gran altura, deberán ser anclados para lograr su estabilidad.

9.1.2 Estabilidad de muros de contención

Muro costado Norte

En este lado de la edificación, se presentan cortes entre 12.9 y 4.05 metros de altura. De acuerdo con el numeral anterior, cortes verticales mayores de 3.0 metros requieren algún tipo de contención y los cortes como los que se producen en este costado norte, por su altura, requieren de muros de contención anclados.

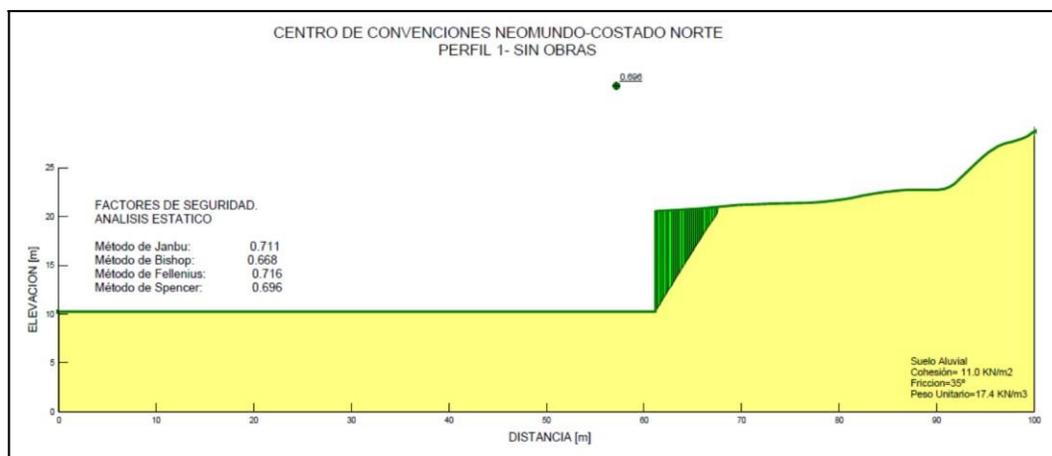


Figura 25– Estabilidad de un corte vertical con altura de 10.0 metros sobre el lado norte de la edificación

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

El esquema de estabilidad de la figura 25, muestra que los cortes sobre el costado norte resultan inestables por su altura. Se consideró entonces la posibilidad de utilizar muros con anclajes de diferentes capacidades, hasta obtener la que se muestra en las figuras 26 y 27 para casos estático y dinámico, con altura de 10.0 metros.

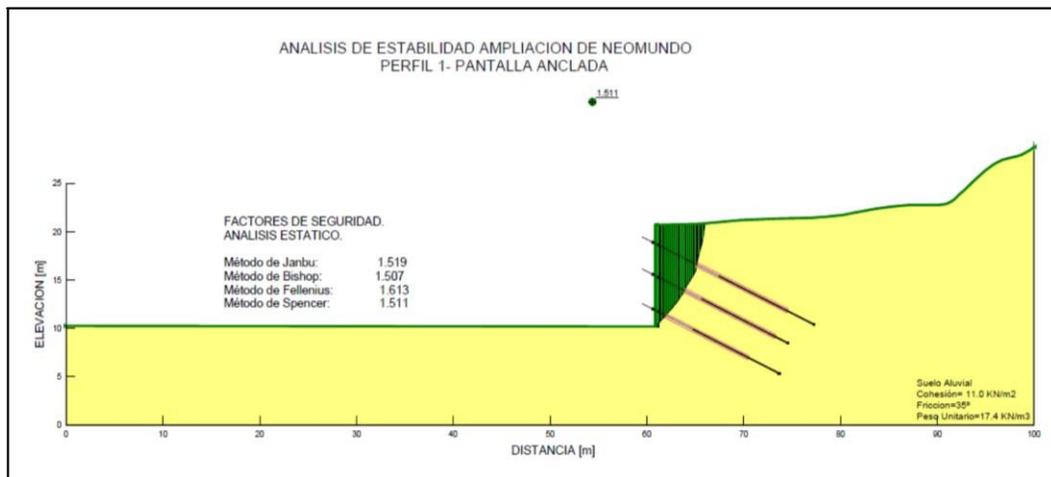


Figura 26– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado norte de la edificación con muro de pantalla anclada de 10.0 metros de altura, caso estático

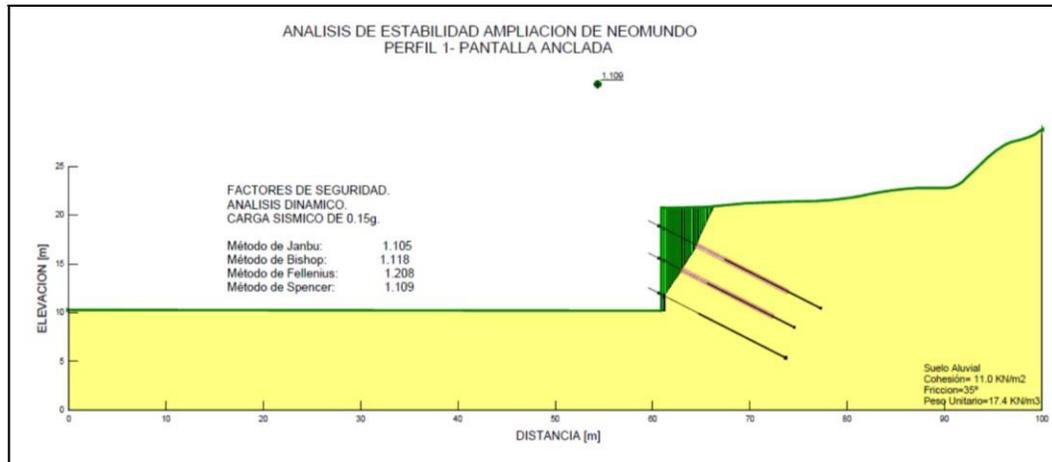


Figura 27– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado norte de la edificación con muro de pantalla anclada de 10.0 metros de altura, caso dinámico

El muro norte, hacia el costado occidental, presenta cortes de 4.05 metros, lo cual implica que deba hacerse un escalonamiento en la altura de los mismos, con el fin de lograr una transición hasta la altura mencionada. Se modelaron entonces secciones de muro de 7.0 metros de altura, cuyos resultados se muestran en el caso del muro del costado oriental.

El muro fue modelado además en el programa Plaxis 2D, con el fin de revisar los esfuerzos y deformaciones bajo las cargas laterales. En el modelo de la figura 24, se observa una deformación de la corona del muro de alrededor de 3.0 centímetros, considerada una deformación pequeña y tolerable para el sistema, en tanto que la deformación máxima se produce sobre el plano que marca el fondo de la excavación, en cercanías de la pantalla y es del orden de 54 mm.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

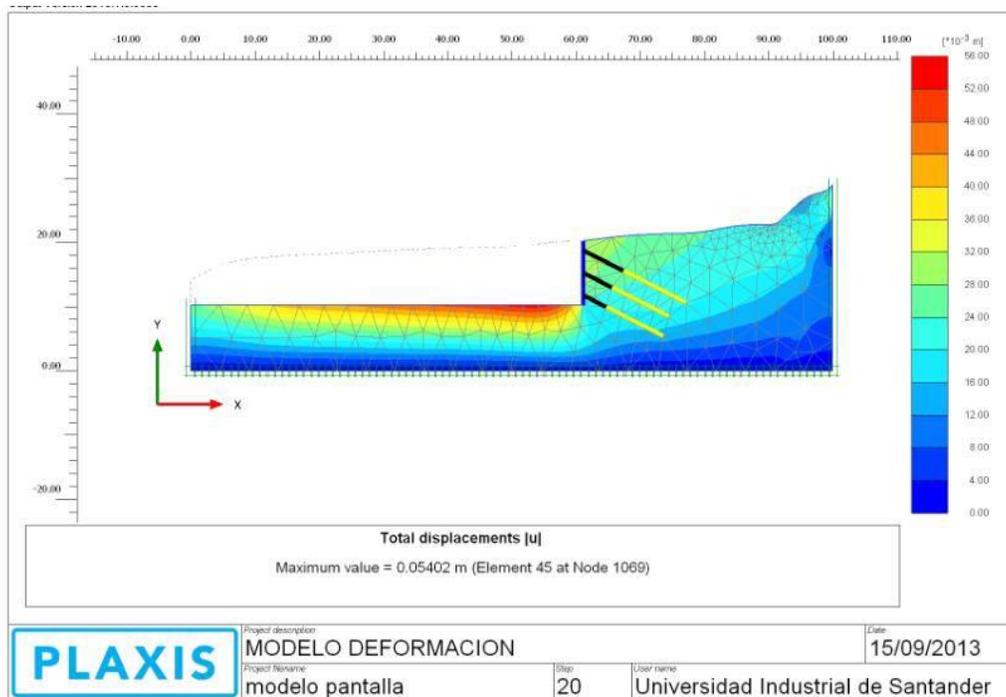


Figura 28– Deformaciones en el sistema suelo-muro pantalla para el caso de un muro anclado de 10 metros de altura.

Muro costado Oriental

En este costado se presentan alturas de cortes entre 12.9 y 6.6 metros, por lo cual se consideraron muros de alturas de 10.0 y 7.0 metros, con el fin de aplicar la transición en las alturas.

La sección de 10.0 metros es similar a la modelada para el muro Norte y la de 7.0 metros, se presenta en las siguientes figuras.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

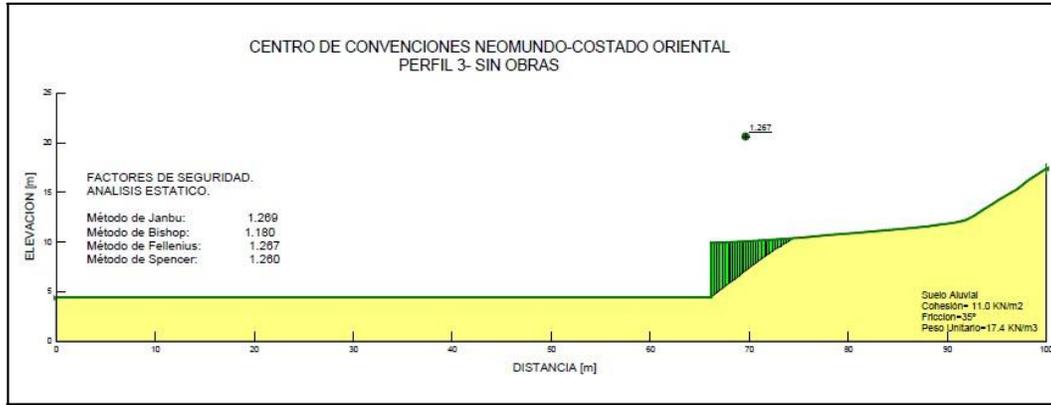


Figura 29– Estabilidad de un corte vertical de 7.0 metros sobre el lado oriental de la edificación

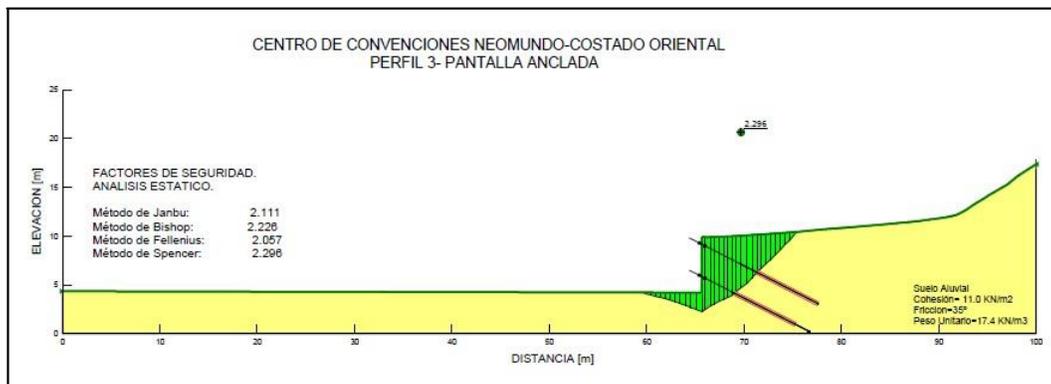


Figura 30– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado oriental de la edificación con muro de pantalla anclada de 7.0 metros de altura, caso estático

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

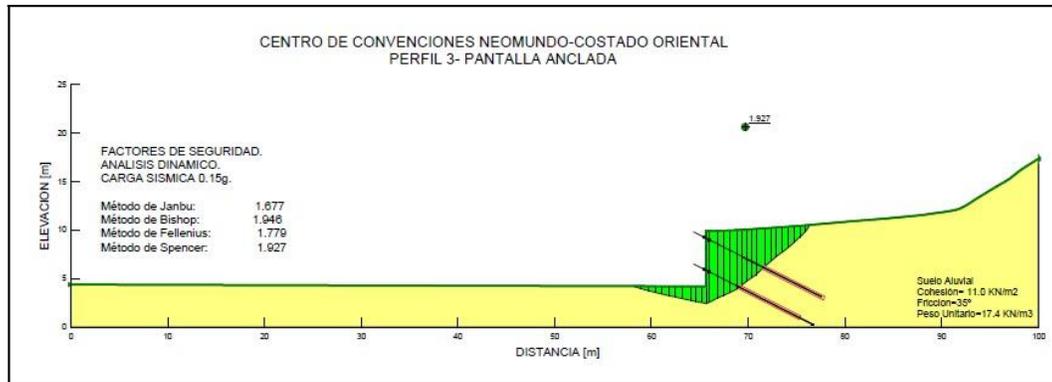


Figura 31– Estabilidad de un corte vertical sobre el lado oriental de la edificación con muro de pantalla anclada de 7.0 metros de altura, caso dinámico

10 CONFORMACIÓN DE LOS MUROS

10.1 MURO COSTADO NORTE

Debe conformarse de la siguiente manera:

Sección 1:

- Pantalla anclada de 10.0 m de altura
- Longitud aproximada: 61 m
- Anclajes: 3 torones de 5/8"
- Capacidad del anclaje: 33 Toneladas

Sección 2:

- Pantalla anclada de 7.0 m de altura
- Longitud aproximada: 4.0 m
- Anclajes: 3 torones de 1/2"
- Capacidad del anclaje: 22.5 Toneladas

Sección 3:

- Muro en voladizo de 4.0 m de altura
- Longitud aproximada: 13.0 m
- Prof. De cimentación: 2.0 metros (Cota 946)

En las siguientes figuras se muestran esquemas de la conformación del muro del costado norte.

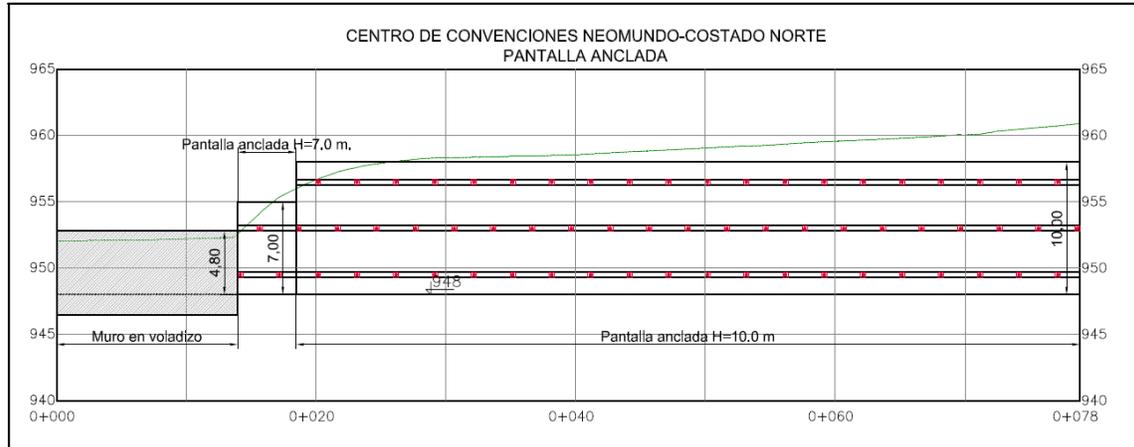


Figura 32– Esquema general del muro del costado norte

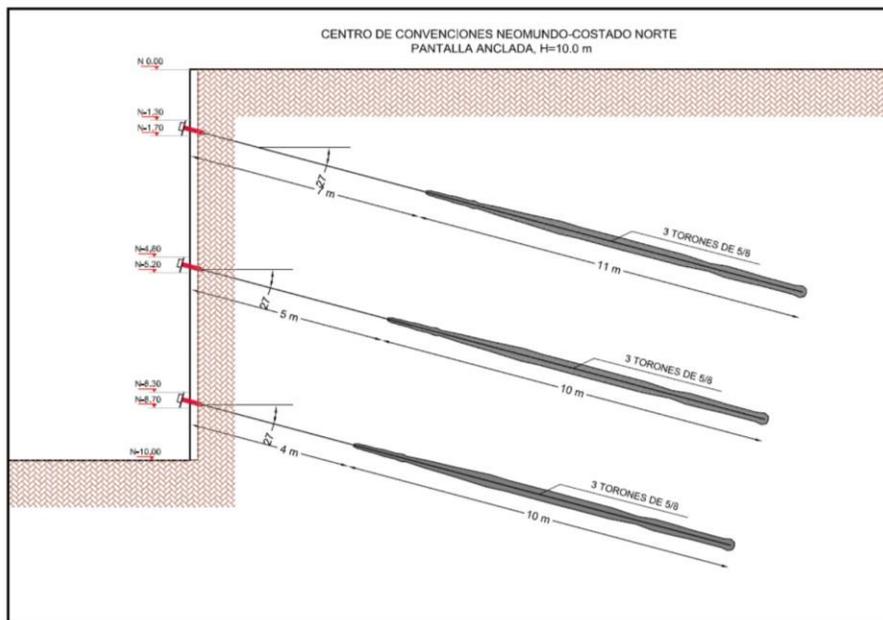


Figura 33– Corte de la pantalla anclada del muro del costado norte, altura de 10.0 metros

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

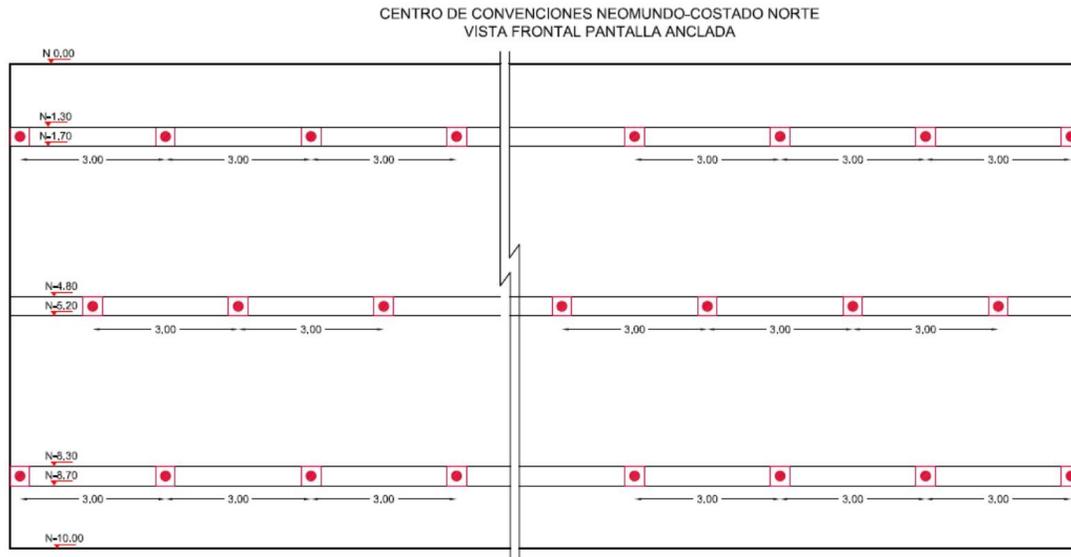


Figura 34– Detalles de la pantalla anclada del muro del costado norte, altura de 10.0 metros

10.2 MURO COSTADO ORIENTAL

Tendrá una sección de 10.0 metros de altura con una longitud aproximada de 10.0 metros y una sección de 7.0 metros de altura. Se conformará de la siguiente manera:

Sección 1:

- Pantalla anclada de 10.0 m de altura
- Longitud aproximada: 10.0 m
- Anclajes: 3 torones de 5/8"
- Capacidad del anclaje: 33 Toneladas

Sección 2:

- Pantalla anclada de 7.0 m de altura
- Longitud aproximada: 42.0 m

- Anclajes: 3 torones de 1/2"
- Capacidad del anclaje: 22.5 Toneladas

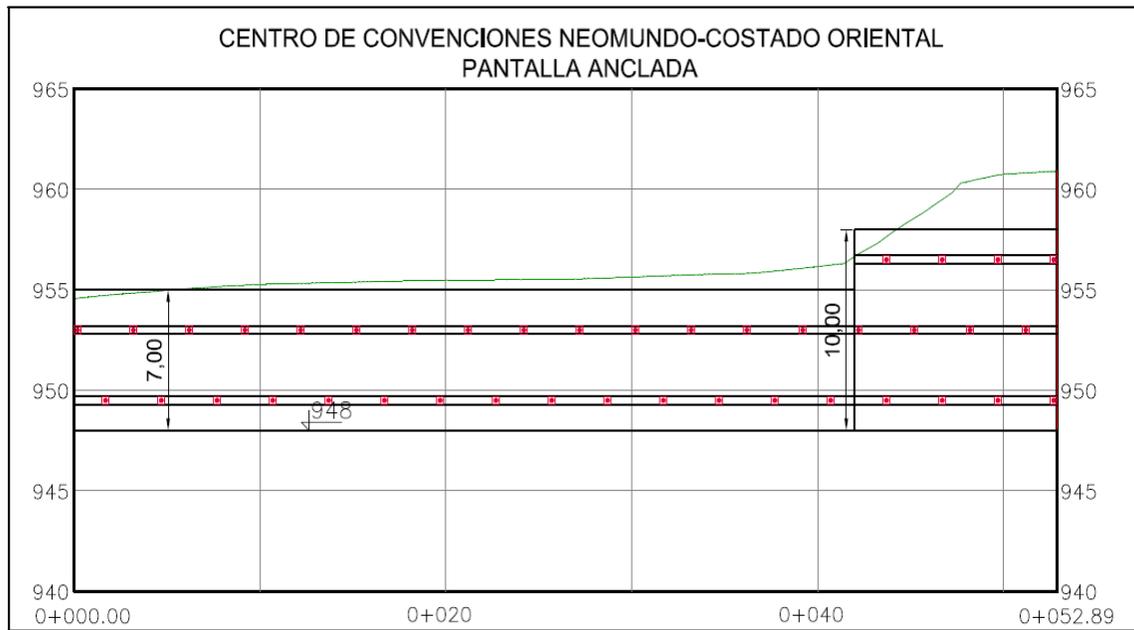


Figura 35- Detalles de la pantalla anclada del muro del costado oriental, altura de 10.0 y 7.0 metros

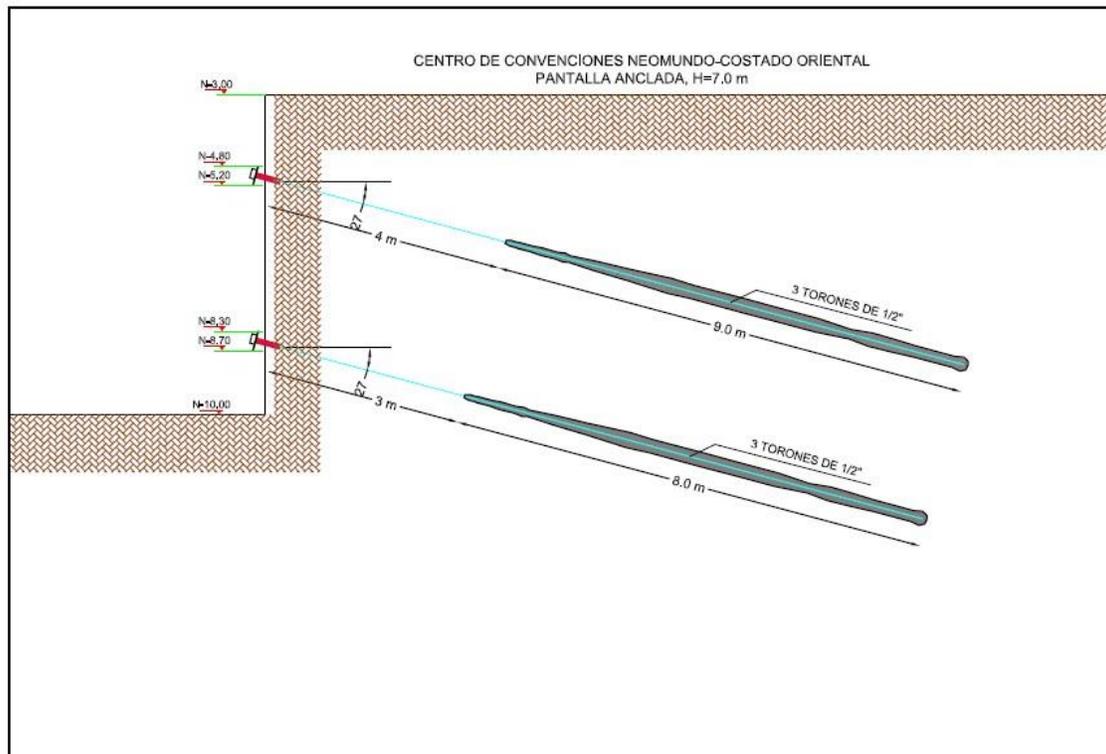


Figura 36– Detalles de la pantalla anclada del muro del costado oriental, altura de 10.0 y 7.0 metros

10.3 MUROS DE LOS COSTADOS SUR Y OCCIDENTE

Los cortes en el costado sur son del orden de 6.6 a 1.0 metro aproximadamente. Sin embargo, hacia este costado se tiene un relleno de altura considerable, el cual es posible de colocar una vez construido el muro. Por lo tanto se propone que el muro sea del tipo convencional en voladizo, con contrafuertes para permitir una sección más eficiente para soportar las cargas del relleno y del material de corte.

Hacia el costado occidental, los cortes están entre 0.10 y 4.05, por lo que se considera que deben utilizarse muros en voladizo convencionales.

11 CONCLUSIONES

En el sitio estudiado se encuentran suelos característicos del miembro Limos rojos de la formación Bucaramanga, y consisten en arenas arcillosas y limosas y arcillas arenosas de coloraciones variadas entre marrón rojizo, marrón amarillento, naranja y naranja amarillento, con estados de consistencia variando de medios a altos en toda la profundidad investigada.

El nivel de cimentación adecuado para las estructuras, zapatas de columnas y muros convencionales, corresponde a una profundidad de 2.0 metros por debajo del nivel de piso terminado del segundo sótano, es decir la cota 946; a esa profundidad, se tiene una capacidad de soporte media admisible de 40.0 Ton/m².

Bajo esa presión de contacto, se esperan asentamientos del orden de 3.7 centímetros, todos de tipo inmediato.

El proceso de excavación debe ser realizado de manera que se los taludes temporales tengan una inclinación de al menos 1:1 para el caso de cortes de 10 o más metros de altura, aunque podría en campo disminuirla a 1:2, inclinación que se mostró segura para taludes hasta de 7 metros.

El proceso normal de construcción de los muros anclados es el de ir anclando muros parciales en la medida en que se va profundizando. Sin embargo, dado que se trata de una excavación amplia, puede ser posible, al menos para los muros de 7 metros, su construcción por tramos completos excavando frontalmente secciones de poca longitud, conservando taludes a sus lados como soporte.

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

Debido a que los muros de los costados sur y occidental deben soportar rellenos externos, a alturas superiores a la cota de corte de la excavación de los sótanos, es recomendable utilizar en estos sitios muros tipo voladizo convencionales, aunque se considera adecuado utilizar de contrafuertes, especialmente en el costado sur.

Si bien los taludes alrededor de la estructura se muestran estables, en campo se determinó la presencia de procesos de erosión por escorrentía superficial, lo que implica la necesidad de construir cunetas de recolección de aguas lluvias, tanto en la berma existente, la cual tiene pendiente contraria), como en la corona de los taludes; para estos casos deben proveerse además los respectivos descoles y desagües a sitios seguros. Igualmente se recomienda la colocación de cunetas o sumideros en los contactos de los muros con el terreno, a fin de recolectar las aguas que pudieran llegar superficialmente a ellos, como agua de patios, etc.

11.1 LIMITACIONES Y VERIFICACIONES

Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los resultados de las exploraciones de campo, resultados de laboratorio, y análisis geotécnico realizado. En caso de encontrar condiciones diferentes a las establecidas en el presente informe o si se prevé un cambio sustancial de la construcción o un aumento de cargas debe informarse para emitir las respectivas recomendaciones geotécnicas.

Ing. WILFREDO DEL TORO RODRIGUEZ

Matrícula 14.675 de C/marca

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

ANEXO 1. CÁLCULOS DE CAPACIDAD PORTANTE

ASENTAMIENTOS

CORRECCIÓN A VALORES DE N

PARÁMETROS EFECTIVOS DE LOS SUELOS

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO												
BUCARAMANGA												
CAPACIDAD DE CARGA DE SUELOS GRANULARES												
Meyerhoff (1956) modificada por Bowles (1977):												
$q(adm) = 1.198N \left(\frac{3.28B+1}{3.28B} \right)^2 Fd^* \left(\frac{Se}{254} \right) \quad KN/m^2 \quad para B \geq 1.22m$ $Fd = 1 + 1.33 \left(\frac{Df}{B} \right) \leq 1.33$												
Sondeo	Sector o estructura	Df (m)	N	B (m)	(3,28B+1) / 3,28B	(...) ²	Fd calc	Fd	Se mm	qa K/m2	qa T/m2	Cota cimentación
1	Sector Nor-oriental	2,00	50	4,0	1,08	1,16	1,17	1,17	20,0	636,4	63,6	956
2	Sector Sur-oriental	2,00	34	4,0	1,08	1,16	1,17	1,17	20,0	432,8	43,3	956
3	Sector Sur-occidental	2,00	36	4,0	1,08	1,16	1,17	1,17	20,0	458,2	45,8	956
3	Sector Nor-occidental	4,50	41	4,0	1,08	1,16	1,37	1,33	20,0	614,3	61,4	953,5
Adoptar capacidad de soporte admisible de 40,0 Ton/m2												

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO - BUCARAMANGA
ASENTAMIENTO DE SUELOS GRANULARES

ASENTAMIENTO INMEDIATO

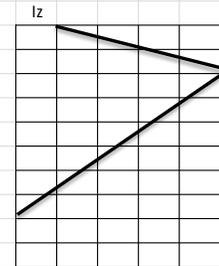
GRANULAR

Schmertmann y Hartman (1974):

$$\rho = C1 * C2 * qn * \sum \left(\frac{Iz}{E} \right) \Delta z$$

B= 4,0 m
qn= 40,0 T/m2

prof m	N	h m	q/N	qc K/cm2	k	E T/m2	I	I*h/E
5,0	32	1,0	3,5	112,0	2	2240	0,4	0,000179
6,0	35	1,0	3,5	122,5	2	2450	0,47	0,000192
7,0	34	1,0	3,5	119,0	2	2380	0,38	0,00016
8,0	50	1,0	3,5	175,0	2	3500	0,3	8,57E-05
9,0	50	1,0	3,5	175,0	2	3500	0,22	6,29E-05
10,0	50	1,0	3,5	175,0	2	3500	0,13	3,71E-05
11,0	50	1,0	3,5	175,0	2	3500	0,05	1,43E-05



$$C1 = 1 - \left(\frac{\sigma}{5} \right)^{0.5} \geq 0$$

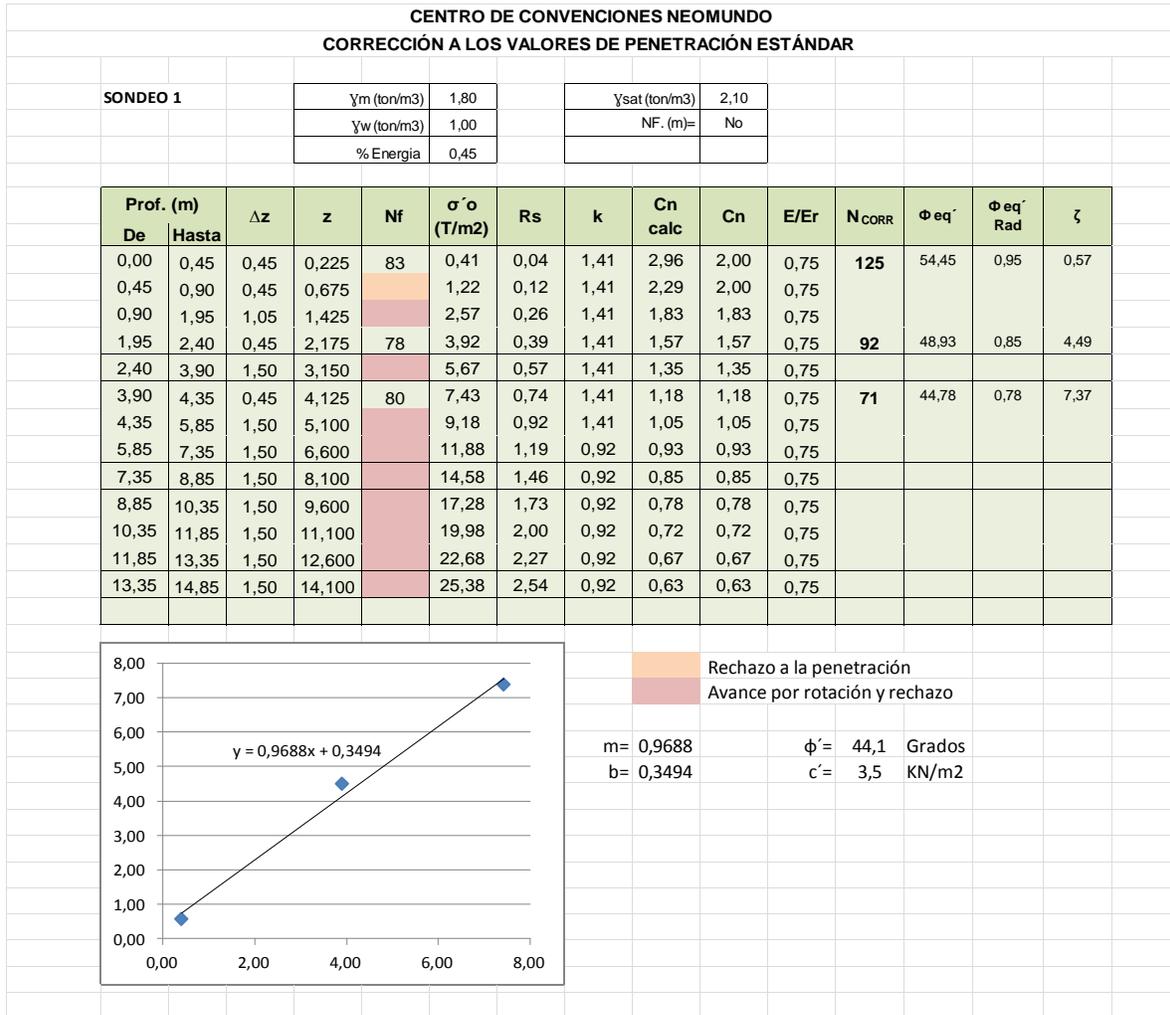
SUMA= 0,000798

$$= 1 + 0.2 * LOG \left(\frac{1}{0.1} \right)$$

Df m	γ T/m3	q T/m2	C1	t años	C2
4,0	1,7	40,0	0,915	2	1,26

		T/m2	m3/T	m	cm
0,915	1,26	40,0	0,001	0,037	3,681

$\rho = 3,68 \text{ cm}$



CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO														
CORRECCIÓN A LOS VALORES DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR														
SONDEO 2			Ym (ton/m3)		1,80	Ysat (ton/m3)		2,10						
			Yw (ton/m3)		1,00	NF. (m)=		No						
			% Energia		0,45									
Prof. (m)		Δz	z	Nf	σ'₀ (T/m²)	Rs	k	Cn calc	Cn	E/Er	N _{CORR}	Φ _{eq'}	Φ _{eq'} Rad	ζ
De	Hasta													
0,00	0,45	0,45	0,225	25	0,41	0,04	1,41	2,96	2,00	0,75	38	36,65	0,64	0,30
0,45	0,90	0,45	0,675	34	1,22	0,12	1,41	2,29	2,00	0,75	51	40,25	0,70	1,03
0,90	1,35	0,45	1,125	37	2,03	0,20	1,41	1,98	1,98	0,75	55	41,19	0,72	1,77
1,35	1,80	0,45	1,575	45	2,84	0,28	1,41	1,77	1,77	0,75	60	42,34	0,74	2,58
1,80	2,25	0,45	2,025	44	3,65	0,36	1,41	1,62	1,62	0,75	53	40,83	0,71	3,15
2,25	2,70	0,45	2,475	40	4,46	0,45	1,41	1,50	1,50	0,75	45	38,68	0,68	3,57
2,70	3,15	0,45	2,925	45	5,27	0,53	1,41	1,39	1,39	0,75	47	39,24	0,68	4,30
3,15	3,60	0,45	3,375	46	6,08	0,61	1,41	1,31	1,31	0,75	45	38,72	0,68	4,87
3,60	4,05	0,45	3,825	38	6,89	0,69	1,41	1,23	1,23	0,75	35	35,92	0,63	4,99
4,05	4,50	0,45	4,275	41	7,70	0,77	1,41	1,16	1,16	0,75	36	36,12	0,63	5,62
4,50	4,95	0,45	4,725	39	8,51	0,85	1,41	1,10	1,10	0,75	32	35,05	0,61	5,97
4,95	5,40	0,45	5,175	47	9,32	0,93	1,41	1,04	1,04	0,75	37	36,44	0,64	6,88
5,40	5,85	0,45	5,625	55	10,13	1,01	0,92	1,00	1,00	0,75	41	37,65	0,66	7,81
5,85	6,30	0,45	6,075	59	10,94	1,09	0,92	0,96	0,96	0,75	43	38,09	0,66	8,57
6,30	6,75	0,45	6,525	49	11,75	1,17	0,92	0,94	0,94	0,75	34	35,73	0,62	8,45
6,75	7,20	0,45	6,975	50	12,56	1,26	0,92	0,91	0,91	0,75	34	35,64	0,62	9,00
7,20	7,65	0,45	7,425	50	13,37	1,34	0,92	0,88	0,88	0,75	33	35,36	0,62	9,48
7,65	8,10	0,45	7,875		14,18	1,42	0,92	0,86	0,86	0,75				

m= 0,7018 φ' = 35,1 Grados
b= 0,3644 c' = 3,6 KN/m2

CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO																	
CORRECCIÓN A LOS VALORES DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR																	
SONDEO 3						Ym (ton/m3)	1,80					Ysat (ton/m3)	2,10				
						Yw (ton/m3)	1,00					NF. (m)=	No				
						%Energia	0,45										
Prof. (m)		Δz	z	Nf	σ'₀ (T/m²)	Rs	k	Cn calc	Cn	E/Er	N _{CORR}	Φ eq'	Φ eq' Rad	ζ			
De	Hasta																
0,00	0,45	0,45	0,225	30	0,41	0,04	1,41	2,96	2,00	0,75	45	38,72	0,68	0,32			
0,45	0,90	0,45	0,675	32	1,22	0,12	1,41	2,29	2,00	0,75	48	39,49	0,69	1,00			
0,90	1,35	0,45	1,125	33	2,03	0,20	1,41	1,98	1,98	0,75	49	39,74	0,69	1,68			
1,35	1,80	0,45	1,575	36	2,84	0,28	1,41	1,77	1,77	0,75	48	39,45	0,69	2,33			
1,80	2,25	0,45	2,025	45	3,65	0,36	1,41	1,62	1,62	0,75	55	41,13	0,72	3,18			
2,25	2,70	0,45	2,475	51	4,46	0,45	1,41	1,50	1,50	0,75	57	41,74	0,73	3,97			
2,70	3,15	0,45	2,925	43	5,27	0,53	1,41	1,39	1,39	0,75	45	38,70	0,68	4,22			
3,15	3,60	0,45	3,375	39	6,08	0,61	1,41	1,31	1,31	0,75	38	36,85	0,64	4,55			
3,60	4,05	0,45	3,825	40	6,89	0,69	1,41	1,23	1,23	0,75	37	36,46	0,64	5,09			
4,05	4,50	0,45	4,275	47	7,70	0,77	1,41	1,16	1,16	0,75	41	37,61	0,66	5,93			
4,50	4,95	0,45	4,725	52	8,51	0,85	1,41	1,10	1,10	0,75	43	38,15	0,67	6,68			
4,95	5,40	0,45	5,175	46	9,32	0,93	1,41	1,04	1,04	0,75	36	36,21	0,63	6,82			
5,40	5,85	0,45	5,625	37	10,13	1,01	0,92	1,00	1,00	0,75	28	33,58	0,59	6,72			
5,85	6,30	0,45	6,075	49	10,94	1,09	0,92	0,96	0,96	0,75	35	36,05	0,63	7,96			
6,30	6,75	0,45	6,525	52	11,75	1,17	0,92	0,94	0,94	0,75	36	36,36	0,63	8,65			
6,75	7,20	0,45	6,975	50	12,56	1,26	0,92	0,91	0,91	0,75	34	35,64	0,62	9,00			
7,20	7,65	0,45	7,425	53	13,37	1,34	0,92	0,88	0,88	0,75	35	35,96	0,63	9,70			
7,65	8,10	0,45	7,875		14,18	1,42	0,92	0,86	0,86	0,75							

m= 0,6956 φ' = 34,8 Grados

b= 0,3763 c' = 3,8 KN/m²

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO															
CORRECCIÓN A LOS VALORES DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR															
SONDEO 4						γ_m (ton/m3)	1,80					γ_{sat} (ton/m3)	2,10		
						γ_w (ton/m3)	1,00					NF. (m)=	No		
						% Energía	0,45								
Prof. (m)		Δz	z	Nf	σ'_o (T/m2)	Rs	k	Cn calc	Cn	E/Er	N _{CORR}	ϕ_{eq}	ϕ_{eq} Rad	ζ	
De	Hasta														
0,00	0,45	0,45	0,225	24	0,41	0,04	1,41	2,96	2,00	0,75	36	36,21	0,63	0,30	
0,45	0,90	0,45	0,675	32	1,22	0,12	1,41	2,29	2,00	0,75	48	39,49	0,69	1,00	
0,90	1,35	0,45	1,125	37	2,03	0,20	1,41	1,98	1,98	0,75	55	41,19	0,72	1,77	
1,35	1,80	0,45	1,575	18	2,84	0,28	1,41	1,77	1,77	0,75	24	32,29	0,56	1,79	
1,80	2,25	0,45	2,025	11	3,65	0,36	1,41	1,62	1,62	0,75	13	27,92	0,49	1,93	
2,25	2,70	0,45	2,475	5	4,46	0,45	1,41	1,50	1,50	0,75	6	23,37	0,41	1,93	
2,70	3,15	0,45	2,925	7	5,27	0,53	1,41	1,39	1,39	0,75	7	24,56	0,43	2,41	
3,15	3,60	0,45	3,375	6	6,08	0,61	1,41	1,31	1,31	0,75	6	23,57	0,41	2,65	
3,60	4,05	0,45	3,825	7	6,89	0,69	1,41	1,23	1,23	0,75	6	23,98	0,42	3,06	
4,05	4,50	0,45	4,275	9	7,70	0,77	1,41	1,16	1,16	0,75	8	24,90	0,43	3,57	
4,50	4,95	0,45	4,725	10	8,51	0,85	1,41	1,10	1,10	0,75	8	25,15	0,44	3,99	
4,95	5,40	0,45	5,175	47	9,32	0,93	1,41	1,04	1,04	0,75	37	36,44	0,64	6,88	
5,40	5,85	0,45	5,625	77	10,13	1,01	0,92	1,00	1,00	0,75	57	41,80	0,73	9,05	
5,85	6,30	0,45	6,075	57	10,94	1,09	0,92	0,96	0,96	0,75	41	37,70	0,66	8,45	
6,30	6,75	0,45	6,525	101	11,75	1,17	0,92	0,94	0,94	0,75	71	44,77	0,78	11,65	
6,75	8,25	1,50	7,500		13,50	1,35	0,92	0,88	0,88	0,75					
8,25	9,75	1,50	9,000		16,20	1,62	0,92	0,81	0,81	0,75					
9,75	11,25	1,50	10,500		18,90	1,89	0,92	0,75	0,75	0,75					
11,25	12,75	1,50	12,000		21,60	2,16	0,92	0,69	0,69	1,75					
12,75	14,25	1,50	13,500		24,30	2,43	0,92	0,65	0,65	2,75					
14,25	15,75	1,50	15,000		27,00	2,70	0,92	0,60	0,60	3,75					

	$m = 0,7078$ $b = 0$	$\phi' = 35,3$ Grados $c' = 0,0$ KN/m2
--	-------------------------	---

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

ANEXO 2. LITOLOGÍAS

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

		Construsuelos de Colombia S.A.S.																														
DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA																																
SONDEO: 2				CAJA:				PROFUNDIDAD: 4.05-7.65 M				FECHA: 06-08-13																				
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER								DESCRIBIÓ: FELIX VIADERO				REVISÓ: ING. MIGUEL CAMARGO																				
PROF. (M)	Litología	GRANULOMETRIA										Laminación interna	REDONDEZ				SELECCIÓN				% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN	% FRACTURAS	AVANCE (m)	REC (m)	COMENTARIOS					
		LODO			ARENA				GRAVA				ANG	EANG	SRED	RED	BRED	MPSE	PSE	MOSE								BSE	MBSE			
		AR	L	AMP	AF	AM	AG	AMG	4	8	16	32	64																			
5.0		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											Material lodo-arenoso compuesto principalmente por sedimento tamaño limo y arcilla, en menor proporción contiene arenas de tamaño fino predominantemente, alta plasticidad, consistencia dura y humedad alta.
		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											
		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											
		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											
		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											
		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											
7.0		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											
		•	•	•	•	•								No observable	•	•					•											

CONVENCIONES
LITOLÓGICAS SILICILÁSTICAS

	Arenisca		Arenisca lodosa		Arenisca conglomericata		Conglomerado		Limo-lodoso		Limolita arcillosa		Arcilloita limosa		Arcilloita		Lodo conglomericata		Roca ignea		Roca metamorfica
--	----------	--	-----------------	--	-------------------------	--	--------------	--	-------------	--	--------------------	--	-------------------	--	------------	--	---------------------	--	------------	--	------------------

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

 Construsuelos de Colombia S.A.S.																																
DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA																																
SONDEO: 3					CAJA:					PROFUNDIDAD: 0,00-4,95 M					FECHA: 06-08-13																	
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER										DESCRIBIÓ: JORGE RUEDA										REVISÓ: ING. MIGUEL CAMARGO												
PROF. (M)	Litología	GRANULOMETRIA												Laminación Interna	REDONDEZ					SELECCIÓN					% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN	% FRACTURAS	AVANCE (m)	REC (m)	COMENTARIOS	
		LODO			ARENA					GRAVA					ANG	SANG	SRED	RED	BRED	MPSE	PSE	MOSD	BSE	MBSL								
		AR	L	AMF	AF	AM	AG	AMG	4	8	16	32	64																			
0,0		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Naranja amarillento oscuro	Altamente	N.A	0,43	0,25	Material lodo-arenoso compuesto por diferentes litologías, humedad baja y consistencia media-dura, no consolidada, baja plasticidad, se observa material de relleno muy heterogéneo.	
		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Naranja amarillento oscuro	Altamente	N.A	0,43	0,26		
1,0		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Naranja amarillento oscuro	Altamente	N.A	0,43	0,26	Material lodo-gravoso no consolidado, consistencia blanda, humedad y plasticidad baja.	
		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón rojizo oscuro	Altamente	N.A	0,43	0,27		
2,0		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón oscuro	Altamente	N.A	0,43	0,26	Material lodo-arenoso consolidación media, consistencia media y plasticidad media, presencia de fragmentos de roca bastante alterados, humedad baja.	
		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón claro	Altamente	N.A	0,43	0,26		
3,0		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón claro	Altamente	N.A	0,43	0,24		
		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón claro	Altamente	N.A	0,43	0,24		
4,0		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón claro	Altamente	N.A	0,43	0,23		
		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón claro	Altamente	N.A	0,43	0,22		
		•	•	•	•									No observable	•	•									N.A	Marrón claro	Altamente	N.A	0,43	0,22		
		•	•	•	•									No	•	•									N.A	Marrón	Altamente	N.A	0,43	0,23		

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

PROF. (M)		Litología	GRANULOMETRIA												Laminación interna	REDONDEZ					SELECCIÓN					% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN	% FRACTURAS	AVANCE (m)	REC (m)	COMENTARIOS
			LODO			ARENA					GRAVA					ANG	SANG	SRED	RED	BRED	MPSE	PSE	MOSE	ESE	MBSE							
AR	L	AMP	AF	AM	AG	AMG	4	8	16	32	64																					
0,0														No observable									N.A	Marrón amarillento moderado	Completamente	N.A	0,45	0,21	Material lodo-arenoso compuesto principalmente por limo y arcilla, contiene fragmentos correspondientes a material de relleno, en general, éste material se presenta muy heterogéneo de consistencia dura, humedad baja y plasticidad media.			
														No observable									N.A	Marrón amarillento moderado	Completamente	N.A	0,45	0,24				
														No observable									N.A	Marrón amarillento moderado	Completamente	N.A	0,45	0,19				
														No observable									N.A	Naranja amarillento oscuro	Completamente	N.A	0,45	0,29				
														No observable									N.A	Naranja amarillento oscuro	Completamente	N.A	0,45	0,30				
														No observable									N.A	Naranja amarillento oscuro	Completamente	N.A	0,45	0,25				
														No observable									N.A	Marrón amarillento moderado	Completamente	N.A	0,45	0,22				
														No observable									N.A	Marrón amarillento moderado	Completamente	N.A	1,45	0,26				
														No observable									N.A	Marrón amarillento	Completamente	N.A	0,45	0,17	Material lodo-arenoso compuesto principalmente por sedimento tamaño limo y arcilla, hacia la base presenta algunos fragmentos líticos provenientes de diferentes litologías, humedad alta, consistencia muy blanda y plasticidad alta, éstos muestras presentan micás.			
4,0																																

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

 Construsuelos de Colombia S.A.S.																																				
DESCRIPCION DE MUESTRA RECUPERADA																																				
SONDEO: 4				CAJA:				PROFUNDIDAD: 8.25-15.75 M				FECHA: 06-08-13																								
LOCALIZACION: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER										DESCRIBIÓ: FELIX VIADERO					REVISÓ: ING. MIGUEL CAMARGO																					
PROF. (M)	Litología	GRANULOMETRIA												Laminación interna	REDONDEZ					SELECCIÓN					% MATRIZ	COLOR	METEORIZACIÓN	% FRACTURAS	AVANCE (m)	REC (m)	COMENTARIOS					
		LODO			ARENA						GRAVA				ANG	SANG	SRED	RED	BRED	NPS	PSE	MOSE	BSF	MISS												
		AR	L	AMF	AF	AM	AG	AMC	4	8	16	32	64																							
9,0																																				
10,0																																				
11,0																																				
12,0																																				
13,0																																				
14,0																																				
15,0																																				

Material arenoso compuesto principalmente por arena media, contiene gravas bien redondeadas, provenientes de diferentes litologías, humedad alta, friable con matriz limosa.

CONVENCIONES LITOLÓGICAS SILICICLÁSTICAS



WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

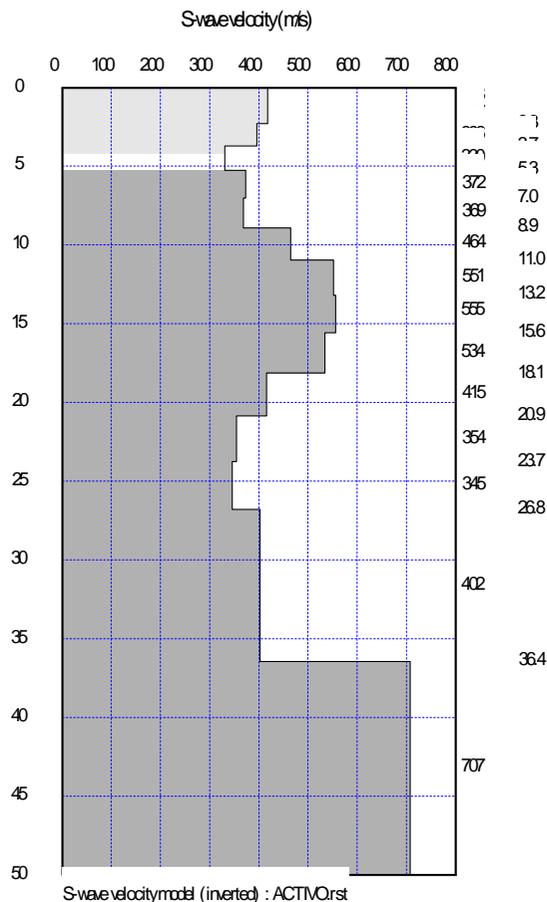
Suelos - Fundaciones

ANEXO 3. ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA



ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA Y ONDAS SUPERFICIALES REFRACCIÓN MICROTREMOR REMI

CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO



Floridablanca, Santander

Septiembre 2013



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

**ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA
Y ONDAS SUPERFICIALES
REFRACCIÓN MICROTREMOR REMI**

**CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES
NEOMUNDO**

Solicitado por:

Ing. Wilfredo del Toro

Elaborado por:

CONSTRUSUELOS DE COLOMBIA S.A.S.

Floridablanca, Santander

Septiembre 2013



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
OBJETIVOS Y ALCANCES	4
1. EQUIPOS UTILIZADOS	5
2. REFRACCIÓN MICROTEMOR REMI.....	6
3. ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA	7
4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	10
5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	12

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Localización del ensayo	9
Ilustración 2. Ensayo Refracción Microtemor (ReMi) y Línea de Refracción sísmica	9
Ilustración 3. Resultados Ensayo Refracción sísmica - Modelo Bicapa (V_p)	10
Ilustración 4. Resultados Ensayo ReMi, valores de velocidad de onda de corte V_s	11
Ilustración 5. Interpretación de resultados	13



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

OBJETIVOS Y ALCANCES

- Realizar 1 ensayo de refracción sísmica para obtener un modelo del subsuelo caracterizado por velocidades compresionales y correlacionado con la geología local.
- Realizar 1 ensayo de ondas superficiales, midiendo las ondas Rayleigh específicamente, las cuales son numéricamente el mismo valor de la velocidad de la onda de corte.
- Calcular los módulos del subsuelo los cuales son el módulo de corte máximo G_{max} , el módulo de elasticidad E , y la relación de Poisson.



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

1. EQUIPOS UTILIZADOS



- Sismógrafo Geometrics GEODE



- Geófonos de 4.5 hz. y 14 Hz
- Softwares: SeisImager-2D Refracción versión Profesional
- Softwares: SeisImager-SW versión Profesional



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

2. REFRACCIÓN MICROTREMOR REMI

La naturaleza dispersiva de la propagación de las ondas de superficie en un semi-espacio elástico y estratificado, constituye las bases de los métodos de análisis de dichas ondas. Si se generan ondas de superficie en un rango amplio de frecuencias, se puede inferir un perfil con la variación de velocidades de ondas Rayleigh (VR) en profundidad. Como la velocidad de las ondas Rayleigh es ligeramente menor (alrededor de 7%) que la de corte (V_s), para fines prácticos se considera equivalentes.

La técnica de refracción de microtemores (ReMi) (Louie, 2001) utiliza un tendido y equipo para registro similar al de la prueba de refracción sísmica, pero se analizan las ondas con una técnica que permite separar las ondas Rayleigh de otras ondas elásticas y finalmente determinar la variación de velocidad de onda de corte (V_s) en profundidad.

Para la realización de la prueba ReMi se instala un tendido lineal con 12 o más geófonos, el registro de la vibración se realiza con un sismógrafo digital, y se registra tanto vibración ambiental (microtemores) como vibración superficial inducida (impactos, vehículos en circulación, etc.).

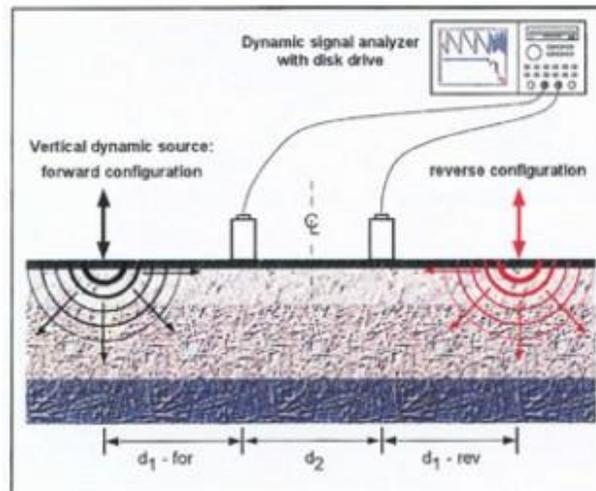
A diferencia de la prueba tradicional de refracción sísmica, ReMi puede usarse sin problemas en ambientes urbanos, y de hecho mientras más ruido haya, funciona mejor. Además, ReMi puede detectar, dentro de ciertos límites, estratos blandos entre estratos con rigideces mayores, mientras que refracción sísmica sólo puede detectar variación de rigideces progresivamente mayores.

Por lo anterior expuesto, no se realizó el ensayo de refracción sísmica ya que este no se puede realizar con presencia de vehículos, bulldozer, maquinaria pesada o equipos de perforación operando al mismo tiempo.



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8



Ensayo Ondas Superficiales REMI

3. ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA

Estos métodos miden el tiempo de propagación de las ondas elásticas, transcurrido entre un sitio donde se generan ondas sísmicas y su llegada a diferentes puntos de observación. Para esto se dispone una serie de sensores en línea recta a distancias conocidas formando lo que se conoce como tendido sísmico o línea de refracción o reflexión sísmica.

A una distancia conocida del extremo del tendido, en el punto de disparo, se generan ondas sísmicas, (con la ayuda de un martillo o por la detonación de explosivos), las cuales inducen vibraciones en el terreno que son detectadas por cada uno de los sensores en el tendido.

Los registros de cada sensor tienen información de los movimientos del terreno en función del tiempo y son conocidos como sismogramas. Estos son analizados en la refracción sísmica para obtener el tiempo de llegada de las primeras ondas a cada sensor desde el punto de disparo.

La refracción sísmica se utiliza generalmente para encontrar la profundidad de la roca y para estimar el proceso de excavación de suelos y rocas.



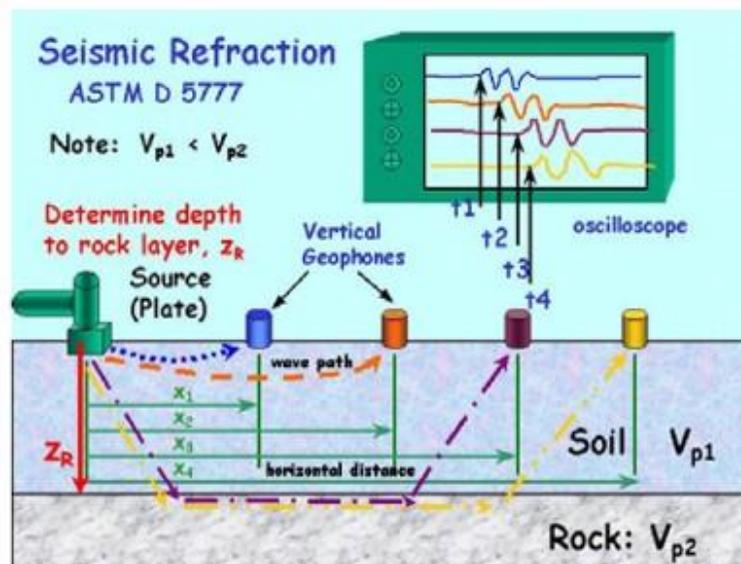
ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

Entre las limitaciones de este método se destaca el contraste entre la facilidad para determinar la velocidad de ondas primarias o de compresión (V_p) en relación con la dificultad para evaluar la velocidad de ondas secundarias o de corte (V_s).

Además, sólo es posible detectar con confiabilidad estratos con rigideces progresivamente mayores con la profundidad que tengan un contraste de velocidad bien definido.

Adicionalmente para el caso de investigaciones urbanas, el método está limitado por la disponibilidad de zonas descubiertas con suficiente extensión, y las limitaciones que producen vibraciones ambientales (ruido) para la adecuada identificación del tiempo de arribo de las señales. La longitud del tendido en superficie está directamente relacionada con el alcance de la exploración en profundidad.



Ensayo Sísmica de Refracción



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.
Nit. 804.015.242-8

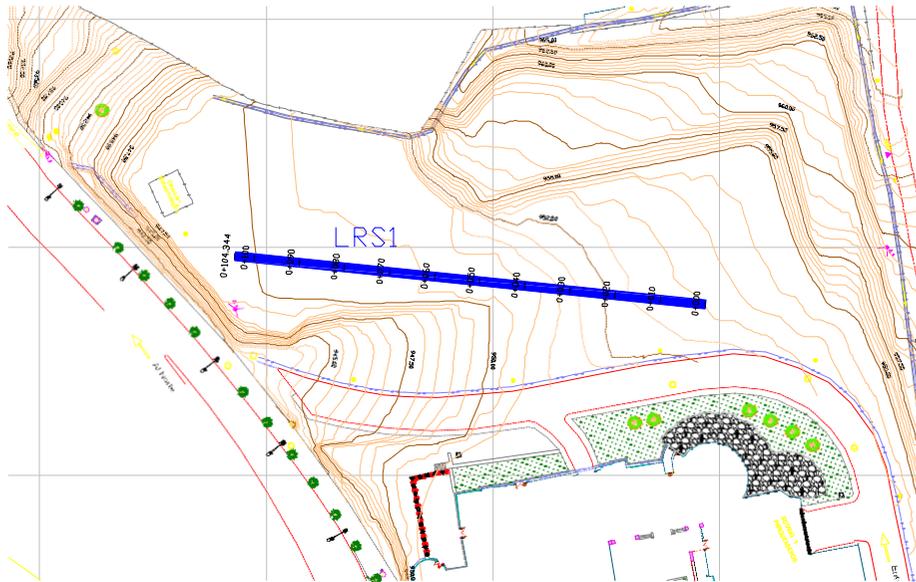


Ilustración 1. Localización del ensayo

Ilustración 2. Ensayo Refracción Microtemor (ReMi) y Línea de Refracción sísmica





4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

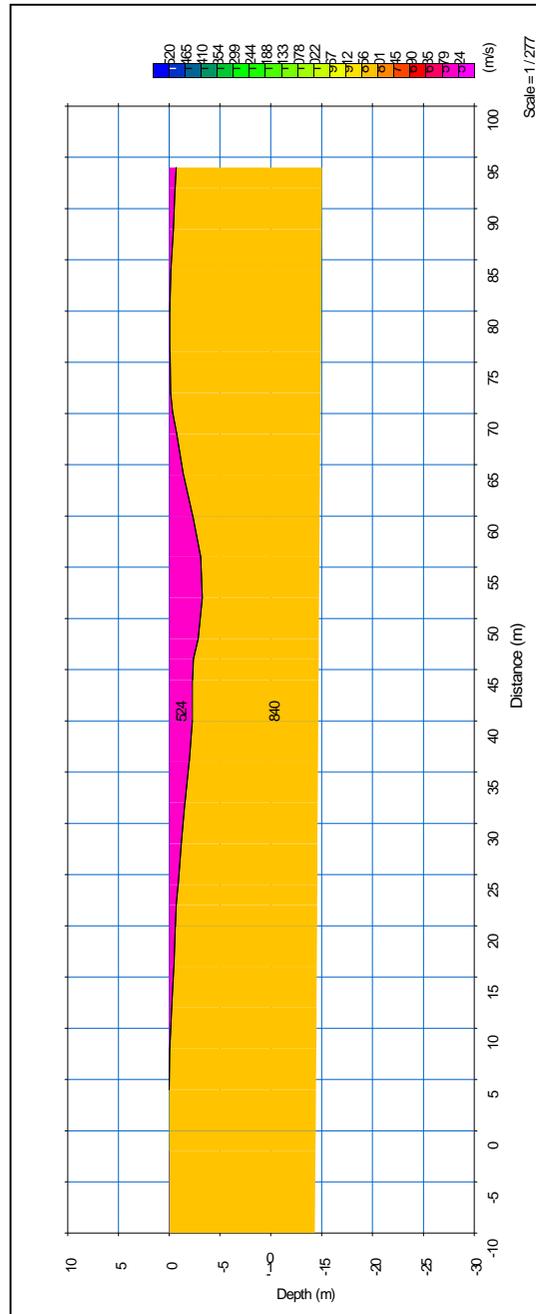


Ilustración 3. Resultados Ensayo Refracción sísmica - Modelo Bicipa (Vp)



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

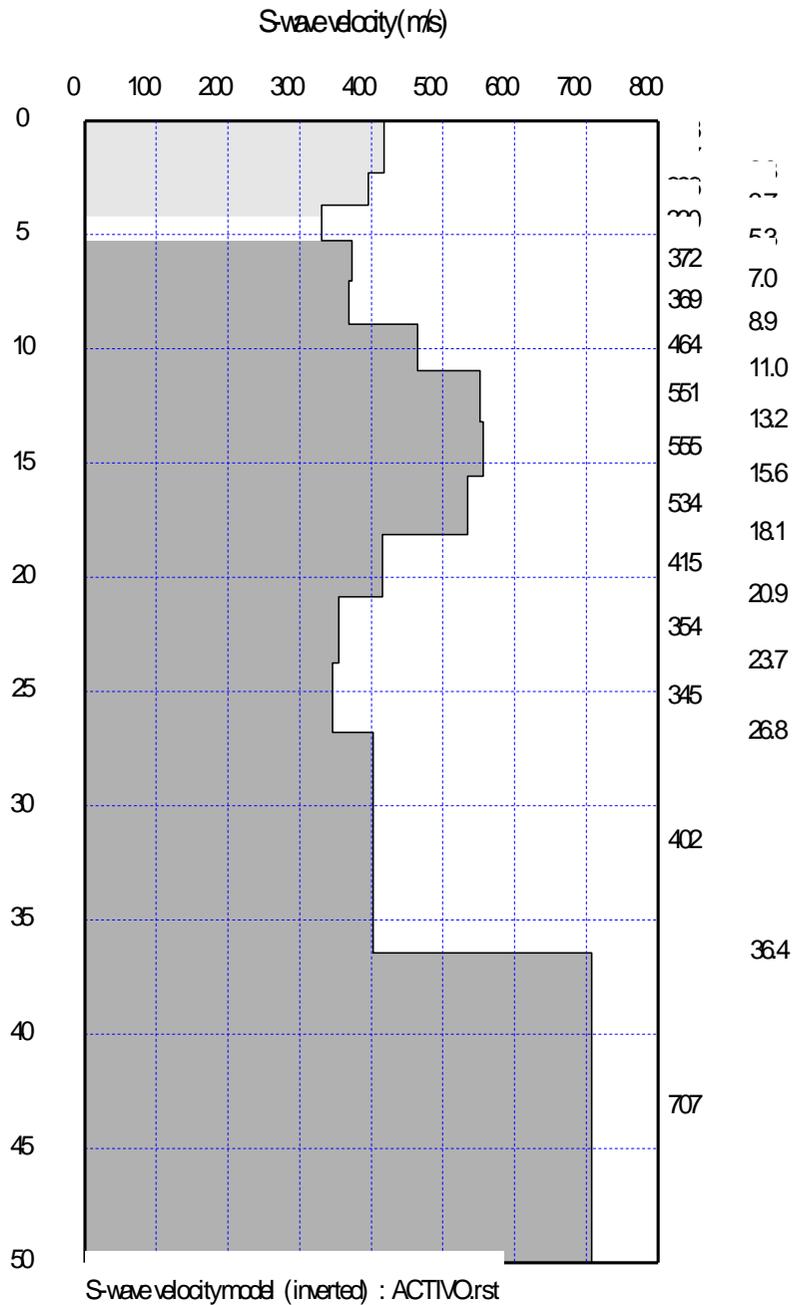


Ilustración 4. Resultados Ensayo ReMi, valores de velocidad de onda de corte Vs.



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.

Nit. 804.015.242-8

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Las exploraciones indirectas (geofísicas) se realizaron mediante el tendido de 24 geófonos, espaciados cada 4.00m, para una longitud de línea de 92.0m.

En los resultados de la línea de refracción sísmica, se observa un modelo bicapa. La primera capa está compuesta por un depósito con valores de ondas compresionales V_p de 524m/s, que se podría correlacionar con el relleno, el cual presenta un espesor variable entre 1.0 y 2.5m.

Subyaciendo este estrato, se detectó una capa con valores de velocidad de onda compresional V_p de 840m/s, que podría correlacionarse con un depósito aluvial de mayor rigidez. La desventaja con este tipo de ensayo, radica en que sólo es posible detectar con confiabilidad estratos con rigideces progresivamente mayores con la profundidad que tengan un contraste de velocidad bien definido, por lo tanto, con este ensayo no fue posible establecer un perfil más detallado para el relleno.

Por otro lado, mediante el ensayo ReMi, se pudo establecer con mayor precisión el perfil estratigráfico del relleno, el cual es consistente con la información de los sondeos mecánicos.

En la ilustración 4, se observan valores de velocidad de onda de corte V_s entre 330m/s y 555m/s hasta una profundidad de 36.0m

A profundidades superiores a los 36.0m, se detectaron depósitos con valores de velocidad de onda de corte V_s superiores a 707 m/s.

Mediante este ensayo, se pudo obtener una variación de valores de velocidad de onda de corte V_s , en la parte central del arreglo, hasta una profundidad de 87.0m.

En la ilustración 5, se presenta de forma detallada la interpretación del modelo geotécnico del lote en estudio.

Se concluye que el modelo obtenido con la exploración sísmica es congruente con el perfil estratigráfico de la zona de estudio.



ConstruSuelos de Colombia S.A.S.
 Nit. 804.015.242-8

Hasta	Prof	Vs (Remi)	Vp (Refraccion sismica)	Relacion Vp/Vs	Vp (calculada con Vp/Vs=1.81)	Peso unitario	Densidad del suelo	Gmax	Poisson	E
	(m)	m/s	m/s		m/s	Ton / m3		Ton/m2	v	Ton/m2
1.00	1.00	418.00	524.00	1.25		1.80	0.18	32059.45	0.36	87201.70
2.00	2.00	417.00	524.00	1.26		1.80	0.18	31906.24	0.36	86784.97
3.00	3.00	417.00	524.00	1.26		1.80	0.18	31906.24	0.36	86784.97
4.00	4.00	396.00	840.00	2.12		1.80	0.18	28773.58	0.36	78098.63
5.00	5.00	330.00	840.00	2.55		1.80	0.18	19981.65	0.41	56298.23
6.00	6.00	372.00	840.00	2.26		1.80	0.18	25391.56	0.38	69979.89
7.00	7.00	372.00	840.00	2.26		1.80	0.18	25391.56	0.38	69979.89
8.00	8.00	369.00	840.00	2.28		1.80	0.18	24983.67	0.38	68977.06
9.00	9.00	369.00	840.00	2.28		1.80	0.18	24983.67	0.38	68977.06
10.00	10.00	464.00	840.00	1.81		1.80	0.18	39503.85	0.28	101165.13
11.00	11.00	464.00	840.00	1.81		1.80	0.18	39503.85	0.28	101165.13
12.00	12.00	551.00	840.00	1.52		1.80	0.18	55706.61	0.12	125048.61
13.00	13.00	551.00	840.00	1.52		1.80	0.18	55706.61	0.12	125048.61
14.00	14.00	555.00	840.00	1.51		1.80	0.18	56518.35	0.11	125766.92
15.00	15.00	555.00	840.00	1.51		1.80	0.18	56518.35	0.11	125766.92
16.00	16.00	534.00			966.54	1.80	0.18	52322.20	0.28	133978.95
17.00	17.00	534.00			966.54	1.80	0.18	52322.20	0.28	133978.95
18.00	18.00	415.00			751.15	1.80	0.18	31600.92	0.28	80918.95
19.00	19.00	415.00			751.15	1.80	0.18	31600.92	0.28	80918.95
20.00	20.00	415.00			751.15	1.80	0.18	31600.92	0.28	80918.95
21.00	21.00	415.00			751.15	1.80	0.18	31600.92	0.28	80918.95
22.00	22.00	354.00			640.74	1.80	0.18	22993.76	0.28	58879.02
23.00	23.00	354.00			640.74	1.80	0.18	22993.76	0.28	58879.02
24.00	24.00	354.00			640.74	1.80	0.18	22993.76	0.28	58879.02
25.00	25.00	345.00			624.45	1.80	0.18	21839.45	0.28	55923.23
26.00	26.00	345.00			624.45	1.80	0.18	21839.45	0.28	55923.23
27.00	27.00	345.00			624.45	1.80	0.18	21839.45	0.28	55923.23
28.00	28.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
29.00	29.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
30.00	30.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
31.00	31.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
32.00	32.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
33.00	33.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
34.00	34.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
35.00	35.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
36.00	36.00	402.00			727.62	1.80	0.18	29652.11	0.28	75928.73
37.00	37.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
38.00	38.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
39.00	39.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
40.00	40.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
41.00	41.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
42.00	42.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
43.00	43.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
44.00	44.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
45.00	45.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
46.00	46.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
47.00	47.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
48.00	48.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
49.00	49.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25
50.00	50.00	707.00			1279.67	1.80	0.18	91715.41	0.28	234851.25

Ilustración 5. Interpretación de resultados

WILFREDO DEL TORO R.

Ingeniero Civil - M. Sc.

Suelos - Fundaciones

ANEXO 4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S1MN 1, 3 y 5 PROF. 0,00-4,35 M.
1,95-2,40 M, 3,90-4,35 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

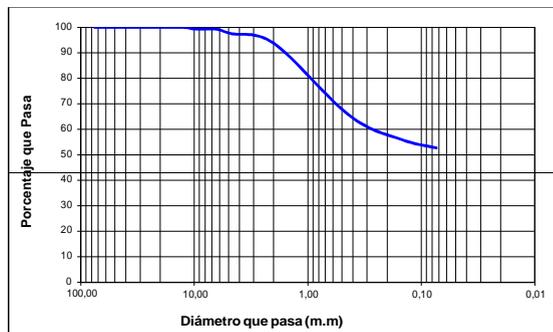
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	37,80	30,40	45,20
W tara + S. Seco	33,00	27,70	40,50
W tara	6,70	7,80	8,40
W Suelo Seco	26,30	19,90	32,10
W Agua	4,80	2,70	4,70
Humedad Natural %	18,25	13,57	14,64

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	3,30	0,69	99,31
1/4	6,35	0,00	0,00	99,31
4	4,76	8,30	1,73	97,59
10	2,00	18,10	3,76	93,82
40	0,43	137,50	28,59	65,23
100	0,149	44,50	9,25	55,98
200	0,074	15,70	3,26	52,71
PASA 200		253,8		
TOTAL		481,16		

W suelo inicial seco	480,90	grs
W suelo despues de lavado	227,60	grs
Porcentaje de error	0,05	%

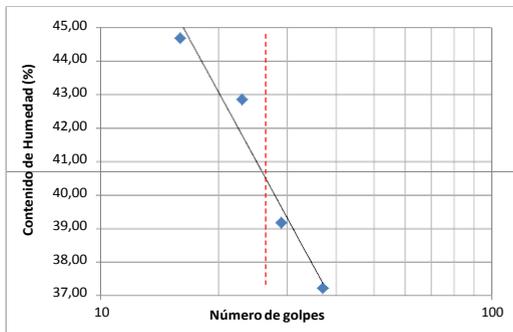


GRAVA: 2,41
ARENA: 44,87
FINOS: 52,71
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		99	67	61	91
W Tara + S. Hum.		27,50	21,60	20,90	21,90
W tara + S. Seco		22,40	17,80	17,00	17,70
W tara		8,70	8,10	7,90	8,30
W Suelo Seco		13,70	9,70	9,10	9,40
W Agua		5,10	3,80	3,90	4,20
Humedad %		37,23	39,18	42,86	44,68
No. de Golpes		37	29	23	16

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		22	70	5	
W tara + S Hum.		23,10	24,90	25,10	
W tara + S. Seco		20,20	21,50	21,80	
W tara		7,70	6,90	7,10	
W Suelo Seco		12,50	14,60	14,70	
W Agua		2,90	3,40	3,30	
Humedad %		23,20	23,29	22,45	22,98



LIMITE LIQUIDO: 41,00
LIMITE PLASTICO: 22,98
INDICE PLASTICO: 18,02
USC CL
A.A.S.H.O A-7-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO **CLIENTE:** CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER **FECHA:** AGOSTO DE 2013

MUESTRA: S1MN 2 y 4 PROF. 0,45-1,95 M; 2,40-3,10 M **LABORATORISTA:** VICTOR A. CABRERA

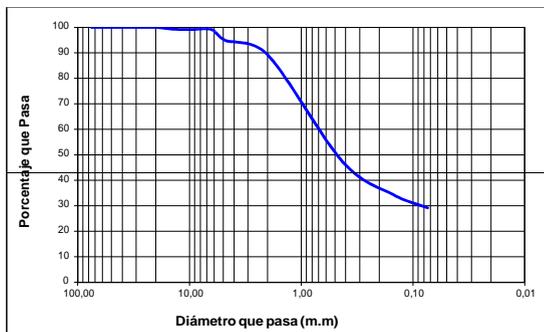
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	54,00	43,50
W tara + S. Seco	46,60	38,50
W tara	8,20	8,50
W Suelo Seco	38,40	30,00
W Agua	7,40	5,00
Humedad Natural %	19,27	16,67

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACION) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	3,30	0,82	99,18
3/8	9,50	0,00	0,00	99,18
1/4	6,35	0,00	0,00	99,18
4	4,76	17,10	4,27	94,90
10	2,00	22,40	5,60	89,30
40	0,43	168,20	42,04	47,26
100	0,149	51,90	12,97	34,29
200	0,074	20,30	5,07	29,22
PASA 200		116,8		
TOTAL		399,96		

W suelo inicial seco	400,10	grs
W suelo despues de lavado	283,80	grs
Porcentaje de error	0,03	%



GRAVA: 5,10

ARENA: 65,68

FINOS: 29,22

CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

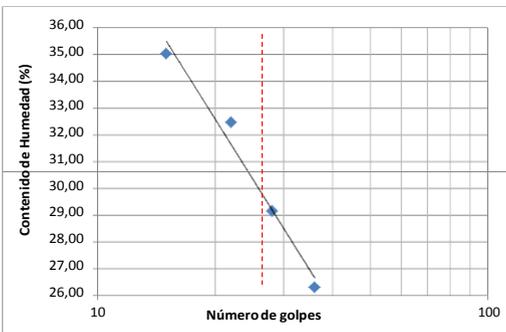
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.	55	39	26	62
W Tara + S. Hum.	28,50	20,70	23,50	26,80
W tara + S. Seco	24,00	17,90	19,70	22,00
W tara	6,90	8,30	8,00	8,30
W Suelo Seco	17,10	9,60	11,70	13,70
W Agua	4,50	2,80	3,80	4,80
Humedad %	26,32	29,17	32,48	35,04
No. de Golpes	36	28	22	15

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.	14	4	1	
W tara + S Hum.	23,10	22,50	27,70	
W tara + S. Seco	20,70	20,40	24,70	
W tara	7,20	8,70	6,90	
W Suelo Seco	13,50	11,70	17,80	
W Agua	2,40	2,10	3,00	
Humedad %	17,78	17,95	16,85	17,53



LIMITE LIQUIDO: 30,00

LIMITE PLASTICO: 17,53

INDICE PLASTICO: 12,47

USC **SC**

A.A.S.H.O **A-2-6**

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO **CLIENTE:** CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER **FECHA:** AGOSTO DE 2013

MUESTRA: S1MN 6-7 PROF. 4,35-7,35 M **LABORATORISTA:** VICTOR A. CABRERA

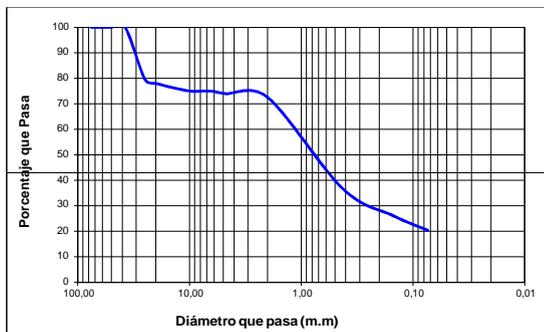
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	42,10	64,50
W tara + S. Seco	36,70	54,20
W tara	8,20	8,40
W Suelo Seco	28,50	45,80
W Agua	5,40	10,30
Humedad Natural %	18,95	22,49

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	134,80	20,36	79,64
3/4	19,50	11,40	1,72	77,92
1/2	12,50	13,70	2,07	75,85
3/8	9,50	5,80	0,88	74,97
1/4	6,35	0,00	0,00	74,97
4	4,76	6,50	0,98	73,99
10	2,00	9,20	1,39	72,60
40	0,43	237,50	35,88	36,72
100	0,149	70,80	10,69	26,03
200	0,074	37,20	5,62	20,41
PASA 200		135,0		
TOTAL		661,86		

W suelo inicial seco	662,00	grs
W suelo despues de lavado	527,50	grs
Porcentaje de error	0,02	%



GRAVA: 26,01

ARENA: 53,58

FINOS: 20,41

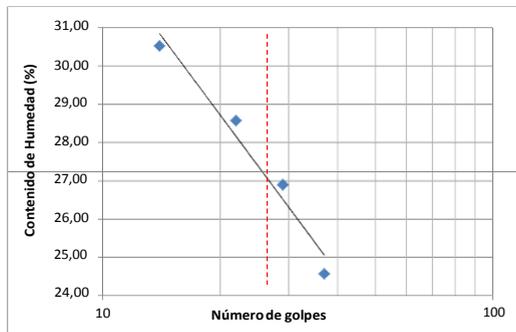
CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

Tara No.	INV. E - 125			
	213	69	70	38
W Tara + S. Hum.	28,60	29,90	21,60	20,80
W tara + S. Seco	24,30	25,30	18,60	17,90
W tara	6,80	8,20	8,10	8,40
W Suelo Seco	17,50	17,10	10,50	9,50
W Agua	4,30	4,60	3,00	2,90
Humedad %	24,57	26,90	28,57	30,53
No. de Golpes	37	29	22	14

LIMITE PLASTICO INV. E - 126

Tara No.	219	300		
W tara + S Hum.	22,70	25,50		
W tara + S. Seco	20,60	23,20		
W tara	6,90	8,20		
W Suelo Seco	13,70	15,00		
W Agua	2,10	2,30		
Humedad %	15,33	15,33		15,33



LIMITE LIQUIDO: 27,00

LIMITE PLASTICO: 15,33

INDICE PLASTICO: 11,67

USC SC

A.A.S.H.O A-2-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S1 MN 8-9-10 PROF. 8,85-11,85 M

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

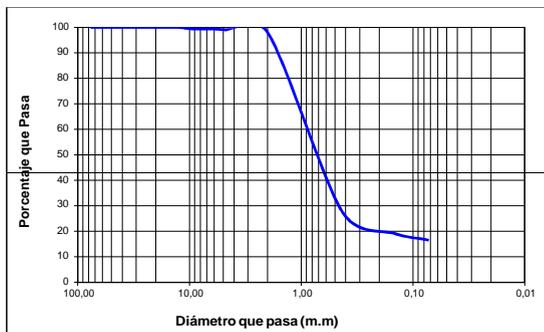
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	57,00	59,20	41,50
W tara + S. Seco	49,00	50,70	36,20
W tara	8,20	8,00	7,00
W Suelo Seco	40,80	42,70	29,20
W Agua	8,00	8,50	5,30
Humedad Natural %	19,61	19,91	18,15

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACION) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	3,50	0,56	99,44
1/4	6,35	0,00	0,00	99,44
4	4,76	2,50	0,40	99,05
10	2,00	5,90	0,94	98,11
40	0,43	445,40	70,69	27,42
100	0,149	51,60	8,19	19,24
200	0,074	16,70	2,65	16,58
PASA 200		104,4		
TOTAL		629,96		

W suelo inicial seco	630,10	grs
W suelo despues de lavado	526,20	grs
Porcentaje de error	0,02	%



GRAVA: 0,95
ARENA: 82,46
FINOS: 16,58
CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

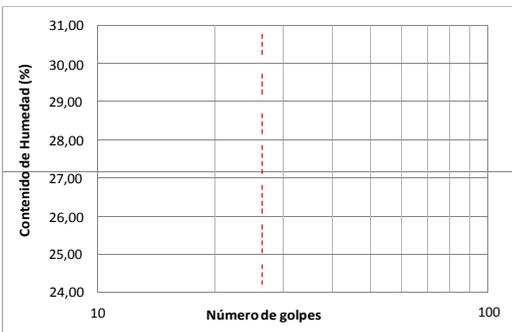
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %				
No. de Golpes				

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.				
W tara + S Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00		
W Agua	0,00	0,00		
Humedad %				0,00



LIMITE LIQUIDO: NL
LIMITE PLASTICO: NP
INDICE PLASTICO: -
USC SM
A.A.S.H.O A-1b

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

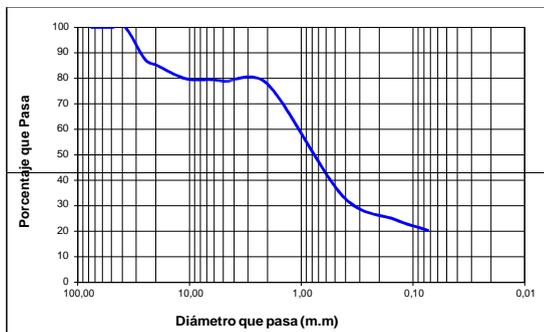
PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO
CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013
SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER
FECHA: AGOSTO DE 2013
MUESTRA: S1 MN 12 PROF.11,85-14,85 M
LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

INV. E - 122
W Tara + S. Hum. 61,70
W tara + S. Seco 52,40
W tara 8,30
W Suelo Seco 44,10
W Agua 9,30
Humedad Natural % 21,09

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	59,20	12,53	87,47
3/4	19,50	11,20	2,37	85,10
1/2	12,50	20,10	4,25	80,85
3/8	9,50	6,50	1,38	79,48
1/4	6,35	0,00	0,00	79,48
4	4,76	3,00	0,63	78,84
10	2,00	5,10	1,08	77,76
40	0,43	207,60	43,93	33,83
100	0,149	42,80	9,06	24,78
200	0,074	20,70	4,38	20,40
PASA 200		96,5		
TOTAL		472,66		

W suelo inicial seco 472,60 grs
W suelo despues de lavado 376,60 grs
Porcentaje de error 0,01 %



GRAVA: 21,16
ARENA: 58,44
FINOS: 20,40
CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

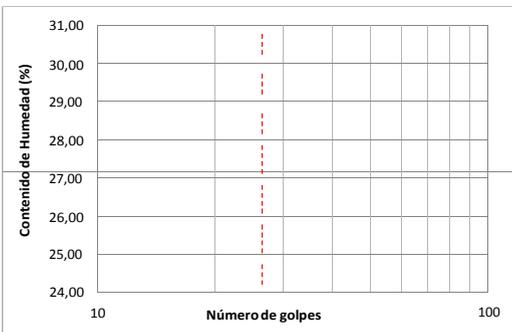
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO INV. E - 125

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %				
No. de Golpes				

LIMITE PLASTICO INV. E - 126

Tara No.				
W tara + S Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00		
W Agua	0,00	0,00		
Humedad %				0,00



LIMITE LIQUIDO: NL
LIMITE PLASTICO: NP
INDICE PLASTICO: -
USC SM
A.A.S.H.O A-1b

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA: S2 MN 1-2-3 PROF. 0.00-1,35 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

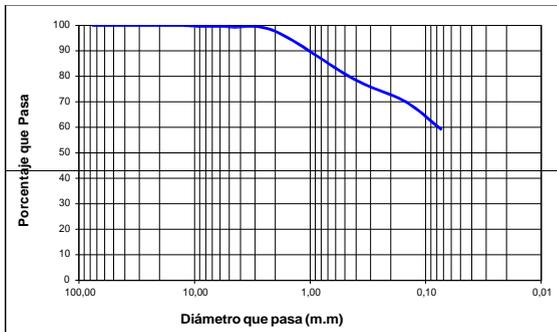
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	47,50	33,60	46,40
W tara + S. Seco	42,70	32,00	43,30
W tara	7,90	8,30	8,20
W Suelo Seco	34,80	23,70	35,10
W Agua	4,80	1,60	3,10
Humedad Natural %	13,79	6,75	8,83

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	1,60	0,29	99,71
1/4	6,35	0,00	0,00	99,71
4	4,75	1,90	0,34	99,37
10	2,00	9,10	1,65	97,72
40	0,43	102,70	18,59	79,13
100	0,149	50,20	9,09	70,05
200	0,074	59,00	10,68	59,37
PASA 200		328,5		
TOTAL		552,96		

W suelo inicial seco	552,50	grs
W suelo despues de lavado	224,50	grs
Porcentaje de error	0,08	%

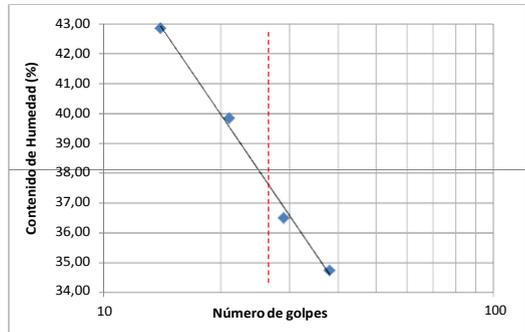


GRAVA: 0,63
ARENA: 40,00
FINOS: 59,37
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		64	86	25	65
W Tara + S. Hum.		24,10	25,50	26,90	19,30
W tara + S. Seco		20,00	20,90	21,60	16,00
W tara		8,20	8,30	8,30	8,30
W Suelo Seco		11,80	12,60	13,30	7,70
W Agua		4,10	4,60	5,30	3,30
Humedad %		34,75	36,51	39,85	42,86
No. de Golpes		38	29	21	14

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		20	55	8	
W tara + S Hum.		23,10	27,50	29,90	
W tara + S. Seco		20,10	23,60	25,50	
W tara		7,60	6,90	7,10	
W Suelo Seco		12,50	16,70	18,40	
W Agua		3,00	3,90	4,40	
Humedad %		24,00	23,35	23,91	23,76



LIMITE LIQUIDO: 38,00
LIMITE PLASTICO: 23,76
INDICE PLASTICO: 14,24
USC: CL
A.A.S.H.O: A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S2 MN 4-5-6-7-8 PROF. 1,35-3,60 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

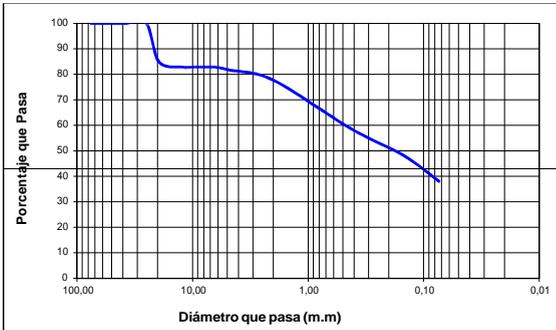
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	45,70	78,20	49,70	68,10	74,30
W tara + S. Seco	41,70	71,80	44,20	60,40	65,90
W tara	8,00	8,30	8,20	8,30	8,40
W Suelo Seco	33,70	63,50	36,00	52,10	57,50
W Agua	4,00	6,40	5,50	7,70	8,40
Humedad Natural %	11,87	10,08	15,28	14,78	14,61

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	40,00	15,05	84,95
1/2	12,50	5,50	2,07	82,88
3/8	9,50	0,00	0,00	82,88
1/4	6,35	0,00	0,00	82,88
4	4,75	3,20	1,20	81,67
10	2,00	10,40	3,91	77,76
40	0,43	50,70	19,08	58,68
100	0,149	27,80	10,46	48,21
200	0,074	26,90	10,12	38,09
PASA 200		101,7		
TOTAL		266,16		

W suelo inicial seco	265,70	grs
W suelo despues de lavado	164,50	grs
Porcentaje de error	0,17	%

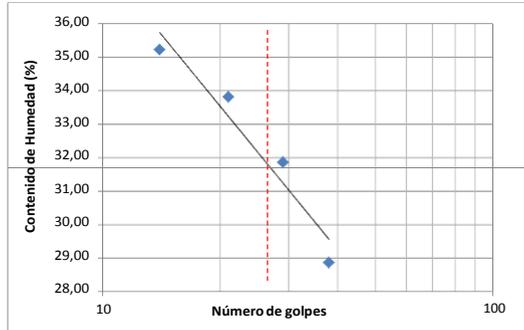


GRAVA: 18,33
ARENA: 43,58
FINOS: 38,09
CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

Tara No.	INV. E - 125			
	69	32	38	10
W Tara + S. Hum.	26,90	20,10	27,00	20,10
W tara + S. Seco	22,80	17,20	22,30	17,00
W tara	8,60	8,10	8,40	8,20
W Suelo Seco	14,20	9,10	13,90	8,80
W Agua	4,10	2,90	4,70	3,10
Humedad %	28,87	31,87	33,81	35,23
No. de Golpes	38	29	21	14

Tara No.	INV. E - 126		
	5	3	33
W tara + S Hum.	22,60	24,00	21,90
W tara + S. Seco	20,30	21,50	19,80
W tara	7,10	6,90	7,60
W Suelo Seco	13,20	14,60	12,20
W Agua	2,30	2,50	2,10
Humedad %	17,42	17,12	17,21



LIMITE LIQUIDO: 32,00
LIMITE PLASTICO: 17,25
INDICE PLASTICO: 14,75
USC: SC
A.A.S.H.O: A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA: S2 MN 9-10-11-12 PROF. 3,60-5,40 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

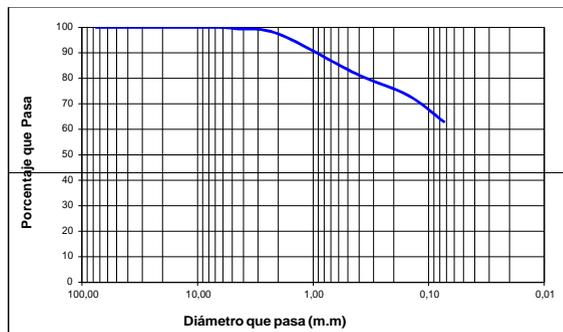
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	43,10	100,10	50,30	42,50
W tara + S. Seco	38,60	87,60	44,90	36,80
W tara	8,10	8,40	8,90	8,40
W Suelo Seco	30,50	79,20	36,00	28,40
W Agua	4,50	12,50	5,40	5,70
Humedad Natural %	14,75	15,78	15,00	20,07

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	0,00	0,00	100,00
1/4	6,35	0,00	0,00	100,00
4	4,76	1,40	0,45	99,55
10	2,00	6,40	2,08	97,47
40	0,43	48,10	15,63	81,84
100	0,149	26,50	8,61	73,23
200	0,074	31,30	10,17	63,06
PASA 200		194,6		
TOTAL		308,26		

W suelo inicial seco	307,80	grs
W suelo despues de lavado	113,70	grs
Porcentaje de error	0,15	%

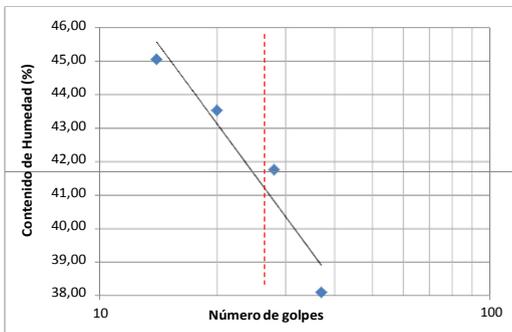


GRAVA: 0,45
ARENA: 36,48
FINOS: 63,06
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		1	28	56	66
W Tara + S. Hum.		22,80	21,20	20,50	21,40
W tara + S. Seco		18,80	17,40	16,80	17,30
W tara		8,30	8,30	8,30	8,20
W Suelo Seco		10,50	9,10	8,50	9,10
W Agua		4,00	3,80	3,70	4,10
Humedad %		38,10	41,76	43,53	45,05
No. de Golpes		37	28	20	14

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		126	109	130	
W tara + S Hum.		23,60	25,00	24,60	
W tara + S. Seco		20,50	21,70	21,60	
W tara		7,20	7,10	8,40	
W Suelo Seco		13,30	14,60	13,20	
W Agua		3,10	3,30	3,00	
Humedad %		23,31	22,60	22,73	22,88



LIMITE LIQUIDO: 41,00
LIMITE PLASTICO: 22,88
INDICE PLASTICO: 18,12
USC: CL
A.A.S.H.O: A-7-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA: S2 MN 13-14-15-16-17 PROF. 5,40-7,65 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	103,20	71,90	50,80	45,10	46,60
W tara + S. Seco	89,50	62,70	43,60	37,80	41,50
W tara	8,30	8,30	8,20	8,40	8,20
W Suelo Seco	81,20	54,40	35,40	29,40	33,30
W Agua	13,70	9,20	7,20	7,30	5,10
Humedad Natural %	16,87	16,91	20,34	24,83	15,32

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	1,30	0,26	99,74
3/8	9,50	3,00	0,60	99,14
1/4	6,35	0,00	0,00	99,14
4	4,76	6,40	1,28	97,86
10	2,00	9,60	1,92	95,95
40	0,43	58,50	11,68	84,26
100	0,149	47,40	9,47	74,80
200	0,074	59,50	11,88	62,91
PASA 200		315,5		
TOTAL		501,16		

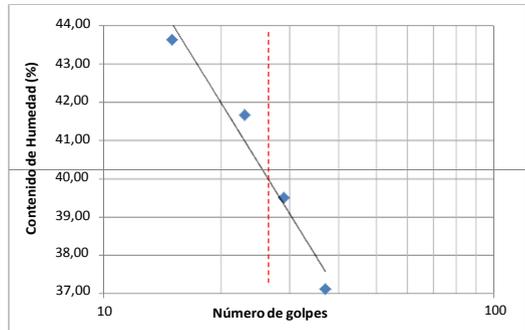
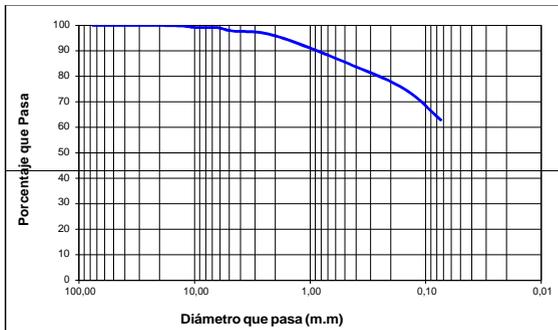
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		21	67	49	15
W Tara + S. Hum.		26,00	19,70	25,80	24,00
W tara + S. Seco		21,10	16,50	20,80	19,20
W tara		7,90	8,40	8,80	8,20
W Suelo Seco		13,20	8,10	12,00	11,00
W Agua		4,90	3,20	5,00	4,80
Humedad %		37,12	39,51	41,67	43,64
No. de Golpes		37	29	23	15

LIMITE PLASTICO

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		40	70	77	
W tara + S Hum.		22,60	24,00	21,90	
W tara + S. Seco		20,00	21,00	19,50	
W tara		7,60	6,90	7,70	
W Suelo Seco		12,40	14,10	11,80	
W Agua		2,60	3,00	2,40	
Humedad %		20,97	21,28	20,34	20,86

W suelo inicial seco	500,70	grs
W suelo despues de lavado	185,70	grs
Porcentaje de error	0,09	%



GRAVA: 2,14
ARENA: 34,95
FINOS: 62,91
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITE LIQUIDO: 40,00
LIMITE PLASTICO: 20,86
INDICE PLASTICO: 19,14
USC: CL
A.A.S.H.O: A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S3 MN 1-2-3-4 PROF. 0.00-1,80 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

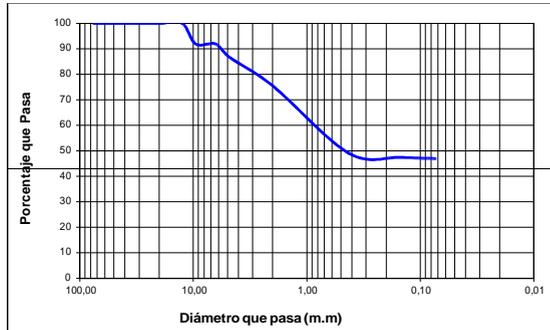
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	49,30	56,60	45,10	30,30
W tara + S. Seco	45,90	52,20	41,30	28,70
W tara	8,20	8,30	8,50	8,50
W Suelo Seco	37,70	43,90	32,80	20,20
W Agua	3,40	4,40	3,80	1,60
Humedad Natural %	9,02	10,02	11,59	7,92

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	45,40	8,08	91,92
1/4	6,35	0,00	0,00	91,92
4	4,76	29,70	5,29	86,63
10	2,00	62,60	11,14	75,49
40	0,43	148,70	26,47	49,01
100	0,149	8,90	1,58	47,43
200	0,074	2,70	0,48	46,95
PASA 200		263,7		
TOTAL		561,66		

W suelo inicial seco	561,70	grs
W suelo despues de lavado	298,50	grs
Porcentaje de error	0,01	%

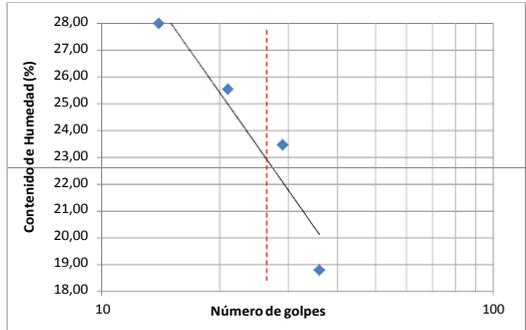


GRAVA: 13,37
ARENA: 39,66
FINOS: 46,95
CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		56	37	29	81
W Tara + S. Hum.		22,20	21,00	25,40	21,20
W tara + S. Seco		20,00	18,70	21,90	18,40
W tara		8,30	8,90	8,20	8,40
W Suelo Seco		11,70	9,80	13,70	10,00
W Agua		2,20	2,30	3,50	2,80
Humedad %		18,80	23,47	25,55	28,00
No. de Golpes		36	29	21	14

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		69	5	206	
W tara + S Hum.		22,10	24,60	26,10	
W tara + S. Seco		20,10	22,50	23,70	
W tara		6,90	7,10	6,90	
W Suelo Seco		13,20	15,40	16,80	
W Agua		2,00	2,10	2,40	
Humedad %		15,15	13,64	14,29	14,36



LIMITE LIQUIDO: 23,00
LIMITE PLASTICO: 14,36
INDICE PLASTICO: 8,64
USC SC
A.A.S.H.O A-4

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S3 MN 5-6-7 PROF. 1,80-3,15 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

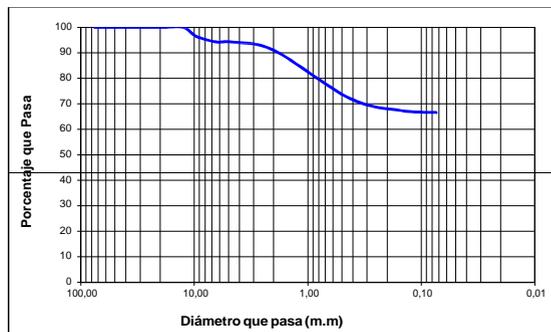
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	47,70	47,80	59,20
W tara + S. Seco	43,80	41,20	54,80
W tara	8,20	7,90	8,30
W Suelo Seco	35,60	33,30	46,50
W Agua	3,90	6,60	4,40
Humedad Natural %	10,96	19,82	9,46

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	20,30	3,59	96,41
1/4	6,35	12,10	2,14	94,26
4	4,76	0,00	0,00	94,26
10	2,00	18,10	3,21	91,06
40	0,43	107,10	18,97	72,09
100	0,149	26,80	4,75	67,35
200	0,074	4,20	0,74	66,60
PASA 200		376,4		
TOTAL		564,96		

W suelo inicial seco	564,70	grs
W suelo despues de lavado	188,80	grs
Porcentaje de error	0,05	%

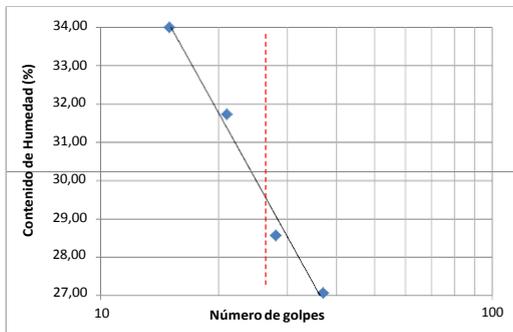


GRAVA: 5,74
ARENA: 27,66
FINOS: 66,60
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA
 A MEDIA PLASTICIDAD

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		28	10	46	21
W Tara + S. Hum.		25,20	23,50	22,20	21,30
W tara + S. Seco		21,60	20,10	18,90	17,90
W tara		8,30	8,20	8,50	7,90
W Suelo Seco		13,30	11,90	10,40	10,00
W Agua		3,60	3,40	3,30	3,40
Humedad %		27,07	28,57	31,73	34,00
No. de Golpes		37	28	21	15

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		42	109	70	
W tara + S Hum.		21,80	26,20	29,20	
W tara + S. Seco		19,90	23,60	26,10	
W tara		8,30	6,90	7,10	
W Suelo Seco		11,60	16,70	19,00	
W Agua		1,90	2,60	3,10	
Humedad %		16,38	15,57	16,32	16,09



LIMITE LIQUIDO: 30,00
LIMITE PLASTICO: 16,09
INDICE PLASTICO: 13,91
USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S3 MN 8-9-10-11 PROF. 3,15-4,95 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

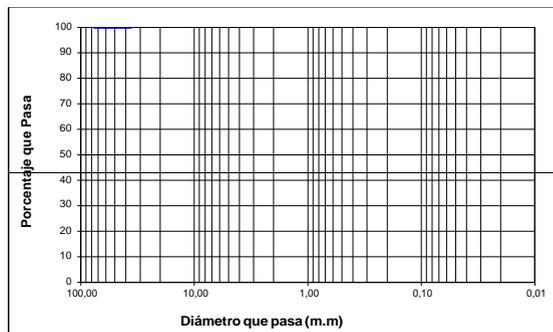
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	50,30	37,90	33,20	46,60
W tara + S. Seco	46,60	35,20	30,30	43,20
W tara	8,40	8,30	8,50	8,30
W Suelo Seco	38,20	26,90	21,80	34,90
W Agua	3,70	2,70	2,90	3,40
Humedad Natural %	9,69	10,04	13,30	9,74

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	147,90	22,93	77,07
1/2	12,50	0,00	0,00	77,07
3/8	9,50	35,90	5,57	71,50
1/4	6,35	0,00	0,00	71,50
4	4,76	36,00	5,58	65,92
10	2,00	40,50	6,28	59,64
40	0,43	143,50	22,25	37,39
100	0,149	16,20	2,51	34,87
200	0,074	7,80	1,21	33,66
PASA 200		217,1		
TOTAL		644,86		

W suelo inicial seco	644,90	grs
W suelo despues de lavado	428,30	grs
Porcentaje de error	0,01	%



GRAVA: 34,08
ARENA: 32,25
FINOS: 33,66
CLASIFICACION: GRAVA LIMOSA

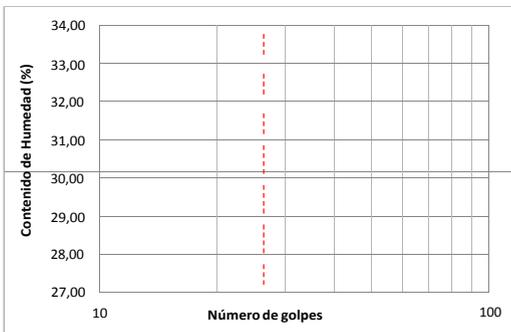
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

INV. E - 125

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %				
No. de Golpes				

INV. E - 126

Tara No.				
W tara + S Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	
W Agua	0,00	0,00	0,00	
Humedad %				0,00



LIMITE LIQUIDO: NL
LIMITE PLASTICO: NP
INDICE PLASTICO: -
USC GM
A.A.S.H.O A-2-4

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S3 MN 12-13-14 PROF. 4,95-6,30 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

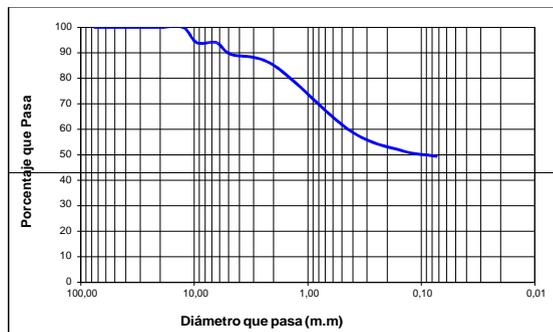
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	47,40	41,70	54,20
W tara + S. Seco	44,10	39,10	49,00
W tara	8,30	8,20	8,30
W Suelo Seco	35,80	30,90	40,70
W Agua	3,30	2,60	5,20
Humedad Natural %	9,22	8,41	12,78

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	32,10	5,96	94,04
1/4	6,35	0,00	0,00	94,04
4	4,76	24,80	4,61	89,43
10	2,00	23,00	4,27	85,16
40	0,43	138,00	25,64	59,52
100	0,149	42,40	7,88	51,64
200	0,074	11,90	2,21	49,43
PASA 200		266,1		
TOTAL		538,26		

W suelo inicial seco	538,30	grs
W suelo despues de lavado	272,70	grs
Porcentaje de error	0,01	%



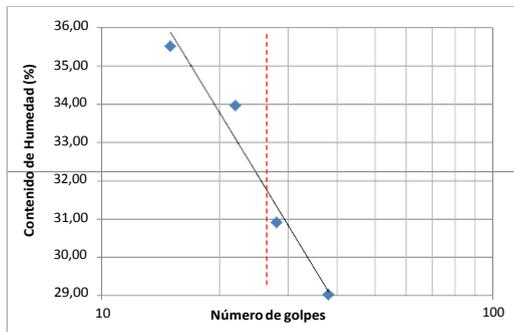
GRAVA: 10,57
ARENA: 40,00
FINOS: 49,43
CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

Tara No.	INV. E - 125			
	91	17	66	38
W Tara + S. Hum.	24,30	22,80	22,40	22,90
W tara + S. Seco	20,70	19,40	18,80	19,10
W tara	8,30	8,40	8,20	8,40
W Suelo Seco	12,40	11,00	10,60	10,70
W Agua	3,60	3,40	3,60	3,80
Humedad %	29,03	30,91	33,96	35,51
No. de Golpes	38	28	22	15

LIMITE PLASTICO INV. E - 126

Tara No.	70	55		
W tara + S Hum.	22,10	20,60		
W tara + S. Seco	19,90	18,60		
W tara	8,10	6,90		
W Suelo Seco	11,80	11,70		
W Agua	2,20	2,00		
Humedad %	18,64	17,09		17,87



LIMITE LIQUIDO: 32,00
LIMITE PLASTICO: 17,87
INDICE PLASTICO: 14,13
USC SC
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S3 MN 15-16-17 PROF. 6,30-7,65 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

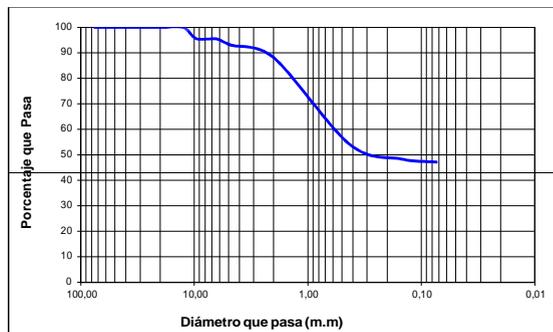
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	42,70	33,30	45,70
W tara + S. Seco	38,80	30,50	42,20
W tara	8,30	8,20	8,20
W Suelo Seco	30,50	22,30	34,00
W Agua	3,90	2,80	3,50
Humedad Natural %	12,79	12,56	10,29

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	20,70	4,50	95,50
1/4	6,35	0,00	0,00	95,50
4	4,76	11,20	2,44	93,06
10	2,00	22,70	4,94	88,12
40	0,43	156,80	34,11	54,01
100	0,149	26,20	5,70	48,31
200	0,074	5,50	1,20	47,12
PASA 200		216,6		
TOTAL		459,66		

W suelo inicial seco	459,70	grs
W suelo despues de lavado	243,60	grs
Porcentaje de error	0,01	%

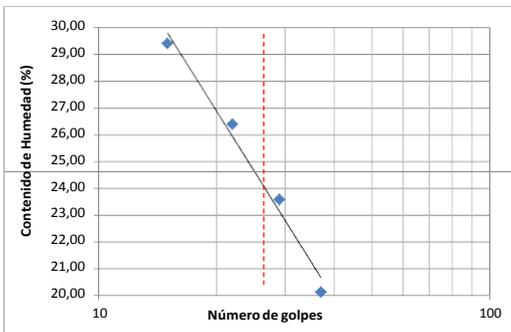


GRAVA: 6,94
ARENA: 45,94
FINOS: 47,12
CLASIFICACION: ARENA ARCILLOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO		INV. E - 125			
Tara No.		49	50	73	53
W Tara + S. Hum.		25,70	19,50	24,20	17,60
W tara + S. Seco		22,80	17,40	20,90	15,60
W tara		8,40	8,50	8,40	8,80
W Suelo Seco		14,40	8,90	12,50	6,80
W Agua		2,90	2,10	3,30	2,00
Humedad %		20,14	23,60	26,40	29,41
No. de Golpes		37	29	22	15

LIMITE PLASTICO		INV. E - 126			
Tara No.		63	93	109	
W tara + S Hum.		23,60	21,90	22,00	
W tara + S. Seco		21,50	20,00	20,00	
W tara		8,20	7,60	7,10	
W Suelo Seco		13,30	12,40	12,90	
W Agua		2,10	1,90	2,00	
Humedad %		15,79	15,32	15,50	15,54



LIMITE LIQUIDO: 24,00
LIMITE PLASTICO: 15,54
INDICE PLASTICO: 8,46
USC SC
A.A.S.H.O A-4

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S4 MN 1-2-3-4 PROF. 0.00-1,80 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

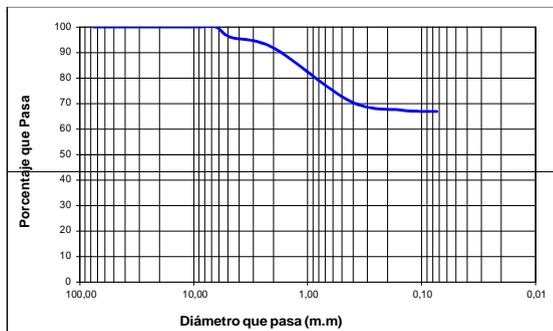
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	73,00	69,00	70,30	69,40
W tara + S. Seco	67,20	62,60	61,60	58,80
W tara	8,50	8,20	8,30	8,50
W Suelo Seco	58,70	54,40	53,30	50,30
W Agua	5,80	6,40	8,70	10,60
Humedad Natural %	9,88	11,76	16,32	21,07

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	0,00	0,00	100,00
1/4	6,35	0,00	0,00	100,00
4	4,76	24,70	3,94	96,06
10	2,00	26,10	4,16	91,90
40	0,43	131,10	20,92	70,98
100	0,149	22,30	3,56	67,42
200	0,074	3,50	0,56	66,86
PASA 200		419,4		
TOTAL		627,06		

W suelo inicial seco	626,80	grs
W suelo despues de lavado	207,90	grs
Porcentaje de error	0,04	%



GRAVA: 3,94
ARENA: 29,20
FINOS: 66,86
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

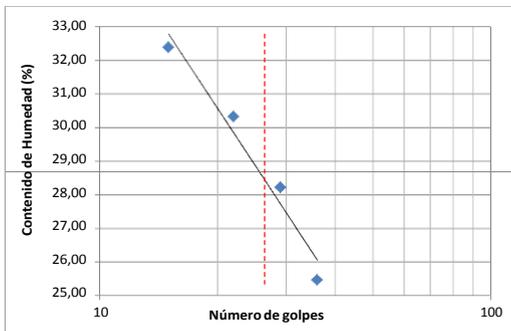
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.	70	32	67	15
W Tara + S. Hum.	21,60	24,10	24,00	27,00
W tara + S. Seco	18,90	20,60	20,30	22,40
W tara	8,30	8,20	8,10	8,20
W Suelo Seco	10,60	12,40	12,20	14,20
W Agua	2,70	3,50	3,70	4,60
Humedad %	25,47	28,23	30,33	32,39
No. de Golpes	36	29	22	15

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.	12	7	36	
W tara + S. Hum.	20,40	22,50	21,50	
W tara + S. Seco	18,80	20,50	19,80	
W tara	8,30	8,20	8,50	
W Suelo Seco	10,50	12,30	11,30	
W Agua	1,60	2,00	1,70	
Humedad %	15,24	16,26	15,04	15,51



LIMITE LIQUIDO: 29,00
LIMITE PLASTICO: 15,51
INDICE PLASTICO: 13,49
USC CL
A.A.S.H.O A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO: CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO **CLIENTE:** CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO2013

SITIO: MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER **FECHA:** AGOSTO DE 2013

MUESTRA: S4 MN 5-6-7-8-9 PROF. 1,80-4,05 M. **LABORATORISTA:** VICTOR A. CABRERA

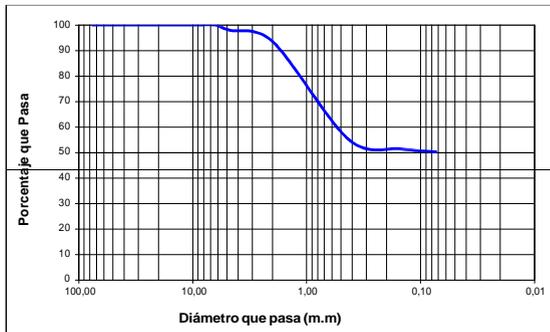
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	72,10	69,00	62,50	71,50	77,70
W tara + S. Seco	60,80	58,30	52,30	60,30	64,00
W tara	7,20	8,70	6,50	6,90	8,50
W Suelo Seco	53,60	49,60	45,80	53,40	55,50
W Agua	11,30	10,70	10,20	11,20	13,70
Humedad Natural %	21,08	21,57	22,27	20,97	24,68

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	0,00	0,00	100,00
1/4	6,35	0,00	0,00	100,00
4	4,76	12,20	1,98	98,02
10	2,00	26,70	4,33	93,69
40	0,43	238,50	38,66	55,03
100	0,149	22,10	3,58	51,45
200	0,074	7,20	1,17	50,28
PASA 200		310,3		
TOTAL		616,96		

W suelo inicial seco	616,90	grs
W suelo despues de lavado	307,10	grs
Porcentaje de error	0,01	%



GRAVA: 1,98
ARENA: 47,74
FINOS: 50,28
CLASIFICACION: ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD

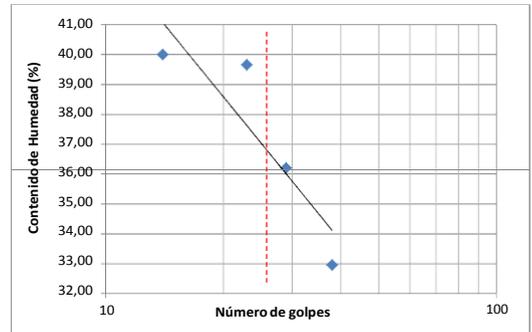
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.	1	24	45	11
W Tara + S. Hum.	20,00	24,10	24,60	20,20
W tara + S. Seco	17,10	19,90	20,00	16,80
W tara	8,30	8,30	8,40	8,30
W Suelo Seco	8,80	11,60	11,60	8,50
W Agua	2,90	4,20	4,60	3,40
Humedad %	32,95	36,21	39,66	40,00
No. de Golpes	38	29	23	14

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.	70	27	2
W tara + S. Hum.	27,10	24,40	20,80
W tara + S. Seco	23,80	21,50	18,80
W tara	7,00	7,60	8,70
W Suelo Seco	16,80	13,90	10,10
W Agua	3,30	2,90	2,00
Humedad %	19,64	20,86	19,80



LIMITE LIQUIDO: 37,00
LIMITE PLASTICO: 20,10
INDICE PLASTICO: 16,90
USC: CL
A.A.S.H.O: A-6

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S4 MN 10-11-12-13-14-15 PROF. 4,05-6,75 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	64,50	71,40	73,70	72,50	75,50	75,10
W tara + S. Seco	56,60	60,60	64,60	57,50	66,80	69,70
W tara	7,20	8,60	6,90	6,70	8,60	6,90
W Suelo Seco	49,40	52,00	57,70	50,80	58,20	62,80
W Agua	7,90	10,80	9,10	15,00	8,70	5,40
Humedad Natural %	15,99	20,77	15,77	29,53	14,95	8,60

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACION) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	0,00	0,00	100,00
1/4	6,35	83,20	12,12	87,88
4	4,76	26,40	3,85	84,03
10	2,00	39,10	5,70	78,33
40	0,43	268,90	39,19	39,14
100	0,149	26,80	3,91	35,24
200	0,074	13,50	1,97	33,27
PASA 200		228,5		
TOTAL		686,36		

W suelo inicial seco	686,20	grs
W suelo despues de lavado	458,20	grs
Porcentaje de error	0,02	%



GRAVA: 15,97
ARENA: 50,76
FINOS: 33,27
CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %				
No. de Golpes				14

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.				
W tara + S Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	
W Agua	0,00	0,00	0,00	
Humedad %				0,00



LIMITE LIQUIDO: NL
LIMITE PLASTICO: NP
INDICE PLASTICO: -
USC SM
A.A.S.H.O A-2-4

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S4 MN 16-17 PROF. 6,75-9,75 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

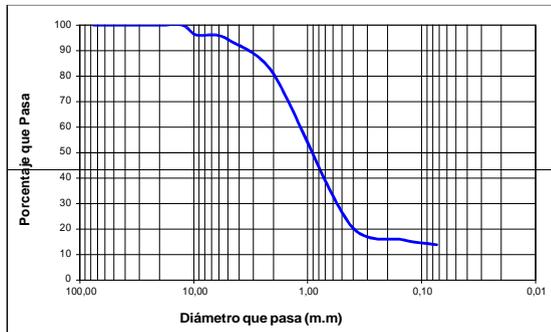
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	70,60	71,60
W tara + S. Seco	63,40	64,10
W tara	7,60	6,60
W Suelo Seco	55,80	57,50
W Agua	7,20	7,50
Humedad Natural %	12,90	13,04

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	18,60	3,86	96,14
1/4	6,35	0,00	0,00	96,14
4	4,76	11,20	2,33	93,81
10	2,00	61,70	12,82	80,99
40	0,43	284,90	59,19	21,80
100	0,149	28,70	5,96	15,83
200	0,074	9,60	1,99	13,84
PASA 200		67,0		
TOTAL		481,66		

W suelo inicial seco	481,30	grs
W suelo despues de lavado	414,80	grs
Porcentaje de error	0,07	%



GRAVA: 6,19
ARENA: 79,97
FINOS: 13,84
CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

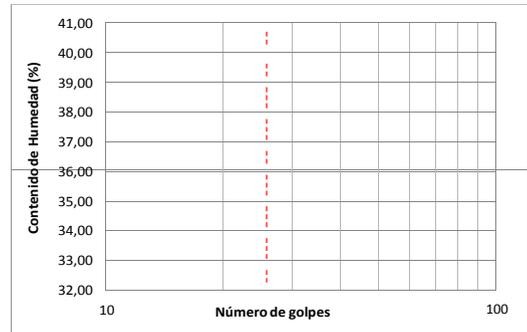
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.					
W Tara + S. Hum.					
W tara + S. Seco					
W tara					
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %					
No. de Golpes					14

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.					
W tara + S Hum.					
W tara + S. Seco					
W tara					
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %					0,00



LIMITE LIQUIDO: NL
LIMITE PLASTICO: NP
INDICE PLASTICO: -
USC: SM
A.A.S.H.O: A-1b

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES
 NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES
 NEOMUNDO2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S4 MN 18-19 PROF. 9,75-12,75 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

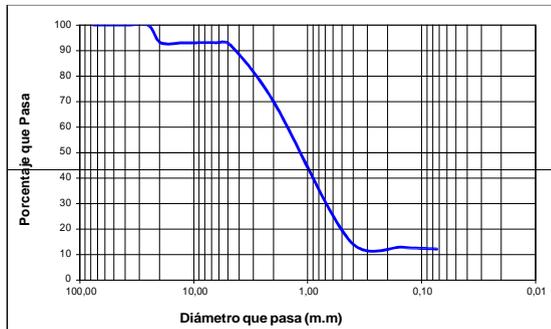
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	71,40	74,00
W tara + S. Seco	62,80	64,00
W tara	8,40	7,50
W Suelo Seco	54,40	56,50
W Agua	8,60	10,00
Humedad Natural %	15,81	17,70

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	47,10	6,90	93,10
1/2	12,50	0,00	0,00	93,10
3/8	9,50	0,00	0,00	93,10
1/4	6,35	0,00	0,00	93,10
4	4,76	6,20	0,91	92,20
10	2,00	150,30	22,01	70,19
40	0,43	374,80	54,88	15,31
100	0,149	16,90	2,47	12,84
200	0,074	4,60	0,67	12,17
PASA 200		83,4		
TOTAL		683,26		

W suelo inicial seco	683,00	grs
W suelo despues de lavado	600,10	grs
Porcentaje de error	0,04	%



GRAVA: 7,80
ARENA: 80,03
FINOS: 12,17
CLASIFICACION: ARENA LIMOSA

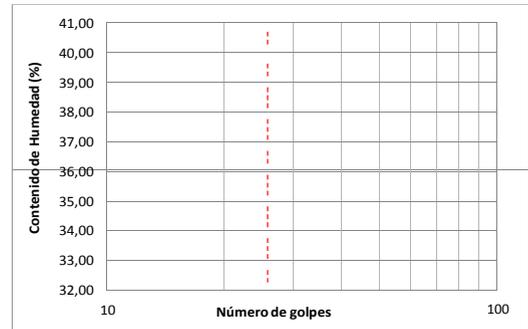
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.				
W Tara + S. Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	0,00
W Agua	0,00	0,00	0,00	0,00
Humedad %				
No. de Golpes				14

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.				
W tara + S Hum.				
W tara + S. Seco				
W tara				
W Suelo Seco	0,00	0,00	0,00	
W Agua	0,00	0,00	0,00	
Humedad %				0,00



LIMITE LIQUIDO: NL
LIMITE PLASTICO: NP
INDICE PLASTICO: -
USC SM
A.A.S.H.O A-1b

MARY CALDERON J.
 ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
 REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
 APROBO



CONSTRU SUELOS DE COLOMBIA S.A.S.
NIT. 804,015,242 - 8

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROYECTO CONSTRUCCION CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO

CLIENTE: CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013

SITIO MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER

FECHA: AGOSTO DE 2013

MUESTRA S4 MN 20-21 PROF. 12,75-15,75 M.

LABORATORISTA: VICTOR A. CABRERA

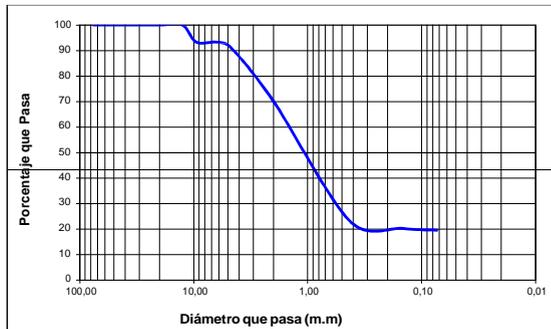
INV. E - 122

W Tara + S. Hum.	78,60	71,60
W tara + S. Seco	70,30	61,10
W tara	8,10	7,60
W Suelo Seco	62,20	53,50
W Agua	8,30	10,50
Humedad Natural %	13,34	19,63

ENSAYO DE GRANULOMETRIA (GRADACIÓN) (I.N.V. E-123)

Tamiz		Peso Retenido	% retenido	% que pasa
No.	m.m			
3	75,00	0,00	0,00	100,00
21/2	62,50	0,00	0,00	100,00
2	50,00	0,00	0,00	100,00
11/2	37,50	0,00	0,00	100,00
1"	25,00	0,00	0,00	100,00
3/4	19,50	0,00	0,00	100,00
1/2	12,50	0,00	0,00	100,00
3/8	9,50	39,60	6,65	93,35
1/4	6,35	0,00	0,00	93,35
4	4,76	11,80	1,98	91,37
10	2,00	126,00	21,15	70,22
40	0,43	280,90	47,15	23,07
100	0,149	16,90	2,84	20,23
200	0,074	4,30	0,72	19,51
PASA 200		116,4		
TOTAL		595,86		

W suelo inicial seco	595,70	grs
W suelo despues de lavado	479,80	grs
Porcentaje de error	0,03	%



GRAVA: 8,63
ARENA: 71,87
FINOS: 19,51
CLASIFICACION: ARENA LIMOSA ARCILLOSA

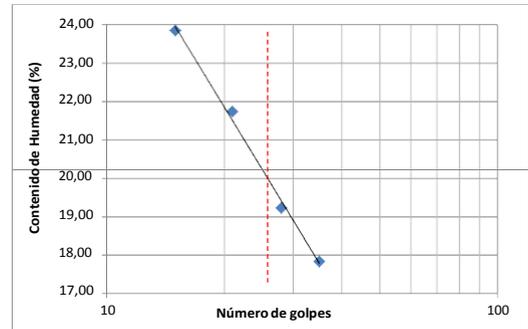
LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTEMBERG)

LIMITE LIQUIDO **INV. E - 125**

Tara No.	62	68	68	56
W Tara + S. Hum.	26,80	20,80	22,40	21,70
W tara + S. Seco	24,00	18,80	19,90	19,10
W tara	8,30	8,40	8,40	8,20
W Suelo Seco	15,70	10,40	11,50	10,90
W Agua	2,80	2,00	2,50	2,60
Humedad %	17,83	19,23	21,74	23,85
No. de Golpes	35	28	21	15

LIMITE PLASTICO **INV. E - 126**

Tara No.	112	4		
W tara + S Hum.	21,90	24,70		
W tara + S. Seco	20,10	22,90		
W tara	6,90	8,60		
W Suelo Seco	13,20	14,30		
W Agua	1,80	1,80		
Humedad %	13,64	12,59		13,11



LIMITE LIQUIDO: 20,00
LIMITE PLASTICO: 13,11
INDICE PLASTICO: 6,89
USC **SM-SC**
A.A.S.H.O **A-2-4**

MARY CALDERON J.
ELABORO

FANNY L. RAMIREZ S.
REVISO

Ing. MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO



**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

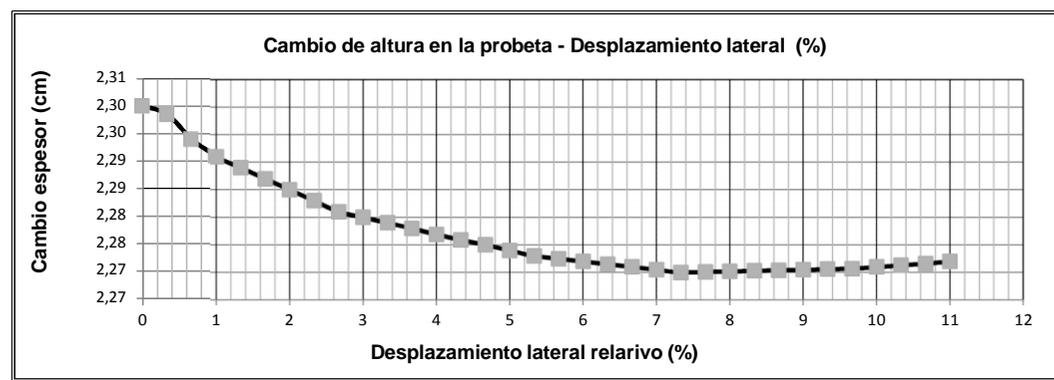
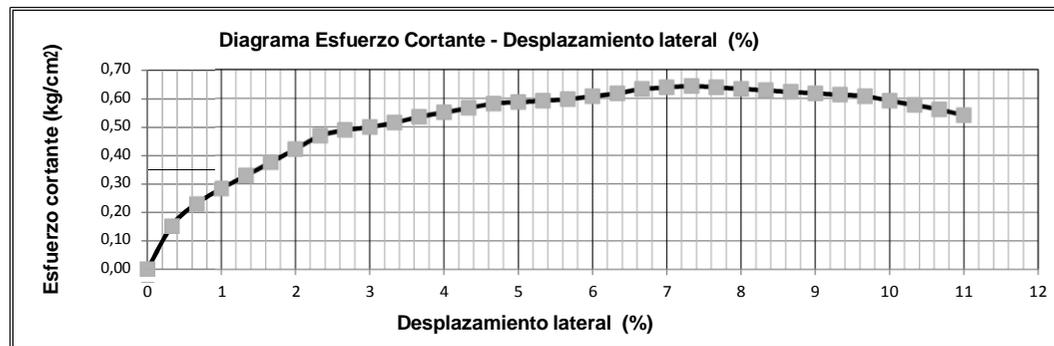
OBRA:	CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER
EMPRESA:	CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013
ELABORADO:	HECTOR ARAQUE
FECHA:	AGOSTO DE 2013

Carga:	15 Kg	Area:	19,63 cm ²
Esfuerzo:	0,76 Kg/cm ²	Altura:	2,3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N ^o :	1

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada	<input checked="" type="checkbox"/>	Humedad	<input type="checkbox"/>
Inalterada	<input type="checkbox"/>	Saturada	<input checked="" type="checkbox"/>

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	37,87 grs	Peso muestra + molde	165,66 grs
Peso de Suelos seco + molde	33,47 grs	Peso molde	87 grs
Peso del molde	8,10 grs	Peso muestra	78,66 grs
Humedad	17,343 %	Densidad Húmeda	1,74 grs/cm ³





**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

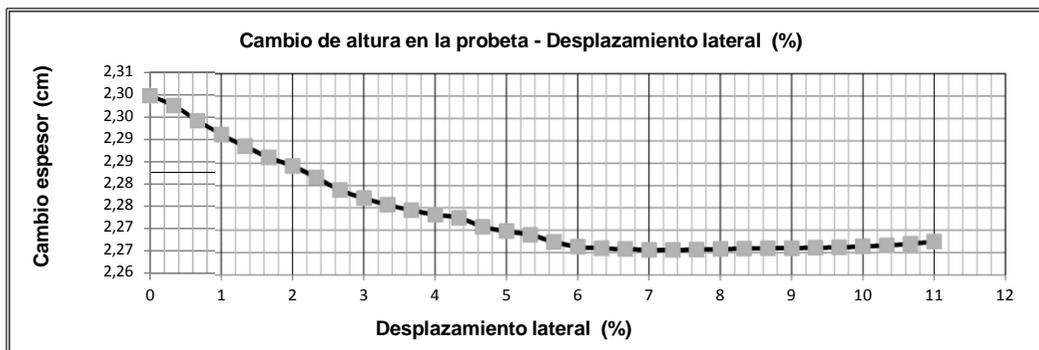
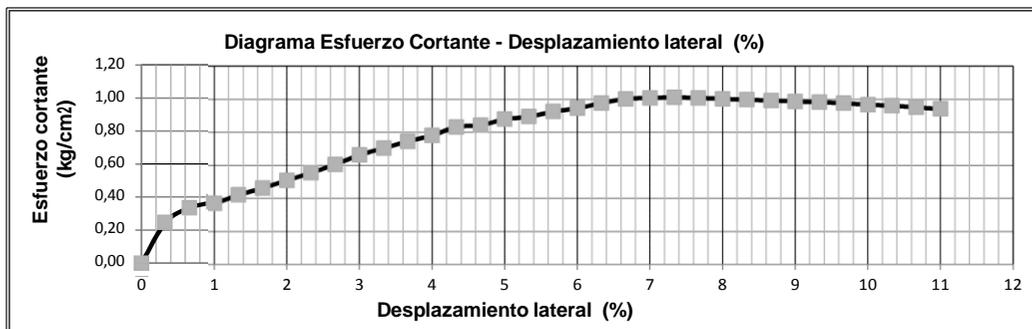
OBRA:	CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER
EMPRESA:	CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013
LABORATORISTA:	HECTOR ARAQUE
FECHA:	AGOSTO DE 2013

Carga:	20 Kg	Area:	19,63 cm ²
Esfuerzo:	1,02 Kg/cm ²	Altura:	2,3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N ^o :	2

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada	<input checked="" type="checkbox"/>	Humedad	<input type="checkbox"/>
Inalterada	<input type="checkbox"/>	Saturada	<input checked="" type="checkbox"/>

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	35,50 grs	Peso muestra + molde	165,72 grs
Peso de Suelos seco + molde	29,64 grs	Peso molde	88 grs
Peso del molde	8,40 grs	Peso muestra	77,72 grs
Humedad	27,589 %	Densidad Húmeda	1,72 grs/cm ³





**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

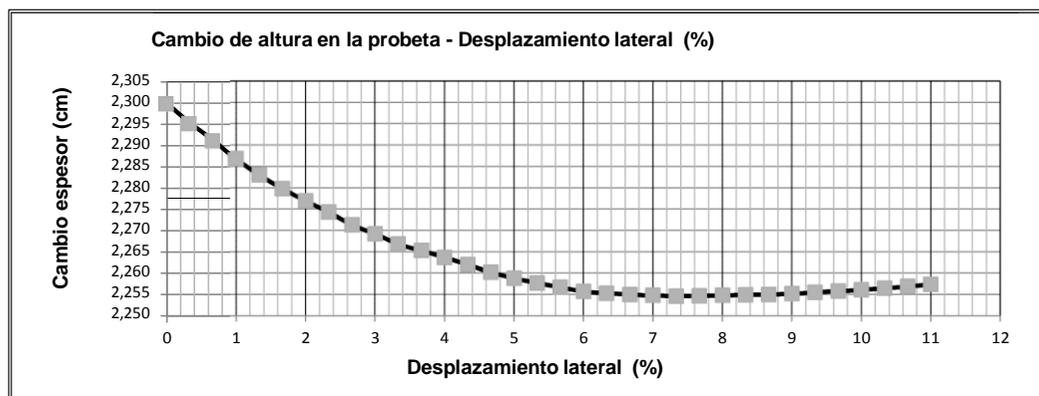
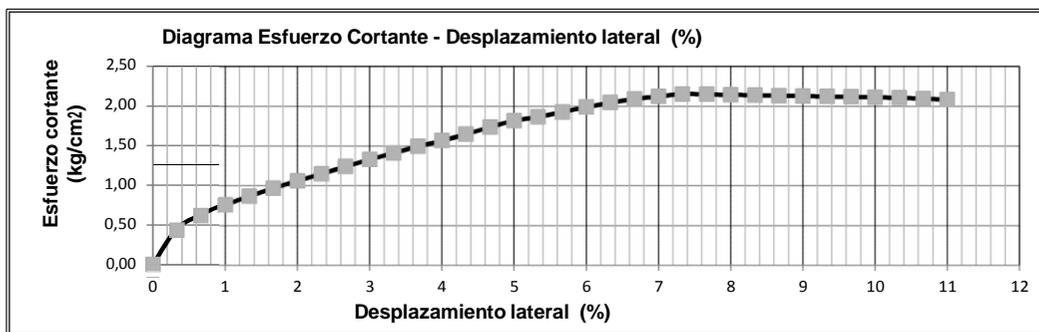
OBRA:	CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTADER
EMPRESA:	CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013
LABORATORISTA:	HECTOR ARAQUE
FECHA:	AGOSTO DE 2013

Carga:	45 Kg	Area:	19,63 cm ²
Esfuerzo:	2,29 Kg/cm ²	Altura:	2,3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N°:	3

ESTADO DE LA MUESTRA

Alterada	<input checked="" type="checkbox"/>	Humedad	<input type="checkbox"/>
Inalterada	<input type="checkbox"/>	Saturada	<input checked="" type="checkbox"/>

HUMEDAD DE MUESTRA		DENSIDAD DE LA MUESTRA	
Peso suelo húmedo+molde	34,24 grs	Peso muestra + molde	165,17 grs
Peso de Suelos seco + molde	30,26 grs	Peso molde	87 grs
Peso del molde	8,00 grs	Peso muestra	78,17 grs
Humedad	17,880 %	Densidad Húmeda	1,73 grs/cm ³





**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

OBRA:	CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER
EMPRESA:	CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013
LABORATORISTA:	HECTOR ARAQUE
FECHA:	AGOSTO DE 2013

Carga:	65 Kg	Area:	19,63 cm ²
Esfuerzo:	3,31 Kg/cm ²	Altura:	2,3 cm
Velocidad:	1 mm/min	Punto N ^o :	4

ESTADO DE LA MUESTRA

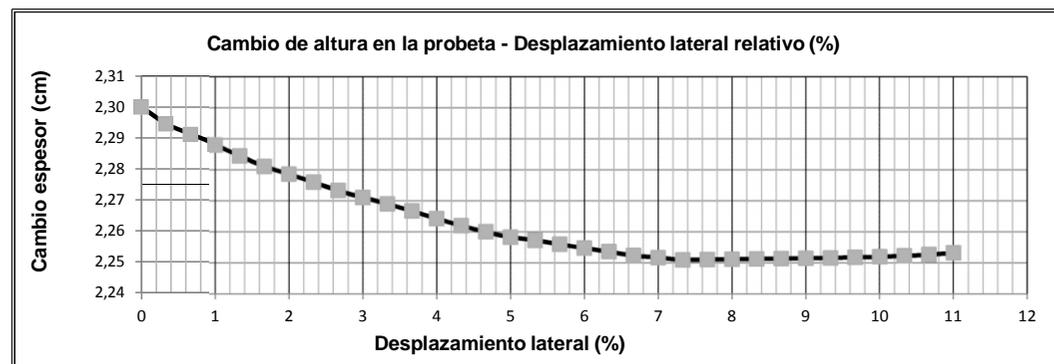
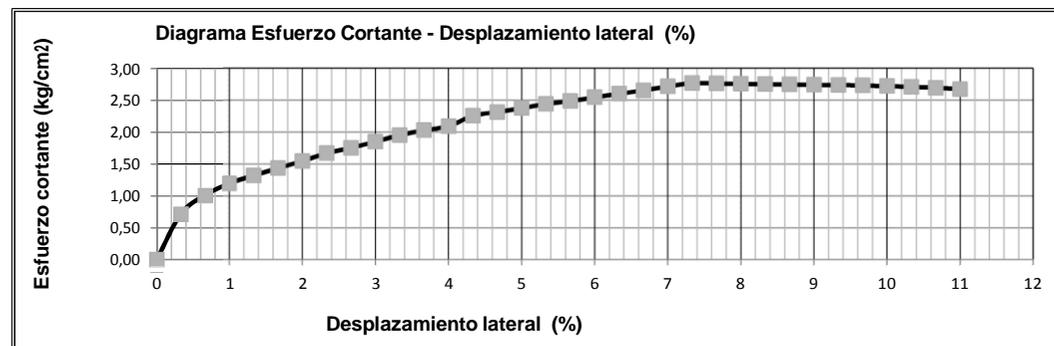
Alterada <input checked="" type="checkbox"/>	Humedad <input type="checkbox"/>
Inalterada <input type="checkbox"/>	Saturada <input checked="" type="checkbox"/>

HUMEDAD DE MUESTRA

Peso suelo húmedo+molde	34,96 grs
Peso de Suelos seco + molde	30,99 grs
Peso del molde	8,00 grs
Humedad	17,268 %

DENSIDAD DE LA MUESTRA

Peso muestra + molde	165,1 grs
Peso molde	88 grs
Peso muestra	77,1 grs
Densidad Húmeda	1,71 grs/cm ³





**DETERMINACION DE RESISTENCIA AL CORTE
ENSAYO DE CORTE DIRECTO CONSOLIDADO DRENADO
Normas INV-E 154 - ASTM D3080**

OBRA:	CONSTRUCCIÓN CENTRO DE CONVENCIONES NEOMUNDO
LOCALIZACION:	MUNICIPIO DE BUCARAMANGA, SANTANDER
EMPRESA:	CONSORCIO CONSULTORES NEOMUNDO 2013
LABORATORISTA:	HECTOR ARAQUE
FECHA:	AGOSTO DE 2013

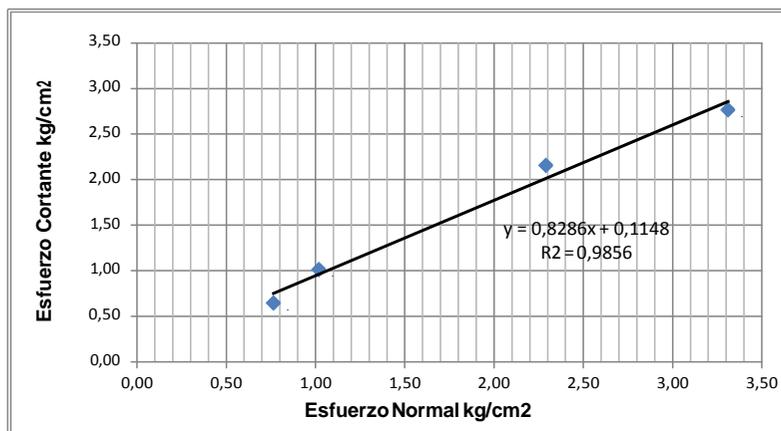
SONDEO	SM-001	MUESTRA	MN11	PROFUNDIDAD	11,85-13,35	MT
---------------	---------------	----------------	-------------	--------------------	-------------	-----------

DIMENSIONES DE LA MUESTRA			
Diámetro:	5,0 cm	Area:	19,63 cm ²
Altura:	2,3 cm	Volumen:	45,16 cm ³

Clasificación del suelo :
ARCILLA INORGANICA DE ALTA PLASTICIDAD (CH)

GRAFICA DE ESFUERZO NORMAL VS ESFUERZO CORTANTE

Punto N°	Area cm ²	Esfuerzo Normal kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²	Esfuerzo Cortante Máximo kg/cm ²
1	19,63	0,764	0,6430	0,5401
2	19,63	1,019	1,0123	0,9413
3	19,63	2,292	2,1553	2,0833
4	19,63	3,310	2,7674	2,6748



RESULTADOS		Densidad kg/cm ³	
Friccion ⁰	40	PUNTO N° 1	1,74 grs/cm ³
		PUNTO N° 2	1,72 grs/cm ³
Cohesión kg/cm ²	0,11	PUNTO N° 3	1,73 grs/cm ³
		PUNTO N° 4	1,71 grs/cm ³

MARY CALDERON
ELABORO

FANNY L RAMIREZ
REVISO

ING MIGUEL ANGEL CAMARGO J
APROBO