

**ALVARO MILLÁN & CÍA. S.A.S.**

**ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN**

**CENTRO DE CIENCIAS DE BIODIVERSIDAD  
(ANTIGUA PLAZA DE MERCADOS)**

**DOSQUEBRADAS - RISARALDA**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA**

**ALVARO MILLÁN A. & CIA S.A.S  
INGENIEROS CONSULTORES**

**AGOSTO 2021**

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Aspectos a tener en cuenta del estudio geotécnico definitivo según la NSR-10, título H 2.2.2 .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Localización del proyecto .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Morfología del terreno.....</b>	<b>8</b>
4.1. Unidades geomorfológicas .....	9
4.1.1. Superficies suaves en depósitos aluviales (SSDA): .....	9
4.1.2. Superficies suaves en depósitos aluviales (SSDA): .....	11
4.1.3. Superficies suaves en depósitos aluviales (SSDA): .....	12
<b>5. GEOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
5.1. Stock Gábrico de Pereira (Kgp): .....	13
5.2. Grupo Diabásico (Kvo):.....	14
5.3. Depósitos aluviales (Qal).....	14
5.4. Flujos de lodos y cenizas recientes (Qto): .....	14
5.5. Depósitos de pendiente (Qtl): .....	15
5.6. Depósitos Antrópicos: .....	15
5.7. GEOLOGÍA LOCAL .....	15
5.7.1. Llenos Antrópicos QLL .....	15
5.7.2. Depósitos aluviales matriz soportados.....	16
5.7.3. Depósitos de flujos de lodos y cenizas volcánicas .....	18
<b>6. Características del terreno.....</b>	<b>21</b>
6.1. Espesor del lleno y profundidad de las gravas .....	21
6.2. Localización del nivel freático .....	22
6.3. Resistencia a la penetración estándar y a la compresión inconfina de los suelos ensayados.....	23
6.4. Humedad natural y pesos unitarios.....	27

<b>7. Conclusiones y recomendaciones</b>	28
7.1. Capacidad de soporte cimentación superficial	29
7.2. Asentamientos	32
7.3. Capacidad de soporte (cimentación profunda)	34
7.4. Módulo Kh	35
7.5. Estructuras de contención	37
7.6. Cortes	38
7.7. Consideraciones con las edificaciones vecinas	38
7.8. Consideraciones para manejo de aguas	38
7.9. Consideraciones sismoresistente para el diseño de la estructura	39
7.10. Recomendaciones de construcción	42
7.10.1. Excavaciones en material común	42
7.10.2. Excavaciones para pilotes	43
7.10.3. Acero de refuerzo	43
7.10.4. Concreto	44
7.10.5. Medidas de seguridad	45
7.10.6. Control e inspección	45
7.11. Otras consideraciones	46
<b>8. ANEXOS</b>	
8.1. Localización de sondeos	
8.2. Perfiles estratigráficos	
8.3. Cuadro resumen ensayos de laboratorio	
8.4. Módulo Kh	
8.5. Empujes laterales de tierra	
8.6. Registro fotográfico	



## 1. INTRODUCCIÓN

El ingeniero Rubén Darío García en representación de la Universidad Tecnológica de Pereira, solicitó a nuestra firma un estudio de suelos y recomendaciones de cimentación complementaria para el "Centro de ciencias de biodiversidad" ubicado en Dosquebradas-Risaralda. El proyecto corresponde a edificaciones entre 1 y 2 niveles pero con una altura hasta de 15m.

En 1989 nuestra firma realizó 12 sondeo poco profundos para la construcción de una sede de mercados minoristas y en el 2019 la Gobernación de Risaralda llevó a cabo el proyecto "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda" donde se tomaron 6 apiques hasta de 2.3m de profundidad y 11 sondeos hasta de 12m de profundidad. Por tal razón se ejecutaron cuatro (4) sondeos y un apique localizados en la forma indicada en la figura No. 1. De estos cuatro (4) sondeos se tomaron muestras mediante la utilización de tubos Shelby's de pared delgada, realizando paralelamente el ensayo de Penetración Estándar.

Las muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos de la firma en donde se sometieron a ensayos de clasificación y resistencia.

De acuerdo con la Norma Sismo Resistente Colombiana NSR-10 numeral H.3.1, las unidades de construcción se clasifican de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla H.3.1-1  
Clasificación de las unidades de construcción por categorías

Categoría de la unidad de construcción	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800 kN
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4,000 kN
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4,001 y 8,000 kN
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8,000 kN

Tabla H.3.2-1  
Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción  
Categoría de la unidad de construcción

Categoría Baja	Categoría Media	Categoría Alta	Categoría Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m. Número mínimo de sondeos: 3	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m. Número mínimo de sondeos: 4	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m. Número mínimo de sondeos: 5



En este proyecto las construcciones serán de 1 y 2 niveles pero con alturas hasta de 15m, por lo tanto serán considerados como una unidad de construcción de categoría Media. Las cargas definitivas serán evaluadas una vez el ingeniero estructural haga entrega de ellas.

Este informe contiene los perfiles estratigráficos del terreno, la localización del nivel freático, un resumen de los ensayos de campo y de laboratorio ejecutados, el análisis de los mismos, las recomendaciones sobre cota y tipo de cimentación a emplear, los métodos de excavación, los parámetros del terreno para el diseño de estructuras de contención incluyendo sismos, los asentamientos esperados y el tipo de suelo a utilizar en el diseño sismorresistente de la estructura, además el potencial de expansión de los suelos.



## 2. Aspectos a tener en cuenta del estudio geotécnico definitivo según la NSR-10, título H 2.2.2

A continuación mediante una lista de chequeo se evaluará el contenido del estudio geotécnico definitivo, es decir, si todos estos aspectos aplican o no para el presente estudio, de acuerdo con lo establecido en la NSR-10:

DESCRIPCIÓN	Contenido	APLICA
(a) Del proyecto	Nombre del proyecto	Si
	Plano de localización	Si
	Objetivo del estudio	Si
	Descripción general del proyecto	Si
	Evaluación de cargas	No
(b) del subsuelo	Reconocimiento de campo	Si
	Morfología del terreno	Si
	Origen geológico	Si
	Características físico-mecánicas	Si
	Niveles freáticos	Si
(d) de lo Análisis geotécnicos	Resumen de los análisis	Si
	Análisis problemas constructivos de las alternativas de cimentación	Si
	Estabilidad de taludes temporales de corte	No
	Excavaciones soportadas	Si
	Análisis de estabilidad y deformación de las alternativas de excavación	Si
(e) De las recomendaciones para el diseño	Tipo de cimentación	Si
	Profundidad de desplante	Si
	presiones admisibles	Si
	Asentamientos (Incluido los diferenciales)	Si
	Tipos de estructuras de contención	Si
	Perfil de suelo (para diseño sismo-resistente)	Si
	Comportamiento del depósito de suelos frente a carga sísmicas	No
	Análisis de estabilidad de taludes, excavaciones y rellenos	No
	Diseño geotécnico de filtros	No
(f) de las recomendaciones para la protección de edificaciones y predios vecinos	Asentamientos por descenso del nivel freático	No
	Asentamientos sobre edificaciones vecinas	No
	Deformaciones laterales por excavaciones	Si
	Medidas preventivas	Si

DESCRIPCIÓN	Contenido	APLICA
(g) de las recomendaciones para construcción. Sistema constructivo	Sistemas constructivos	No
	Cortes y excavaciones	Si
	Alternativas para solucionar problemas de excavación y construcción	No
(h) Anexos	Localización regional y local del proyecto	Si
	ubicación de los trabajos de campo	Si
	Registros de perforación y resultados de pruebas y resultados de ensayos de campo y/o laboratorio	Si
	Memoria de cálculo con resumen de metodología seguida	Si
	Una muestra de cálculo de cada problema analizado	Si
	Planos, esquemas, fotos	Si





### 3. Localización del proyecto

El proyecto se encuentra localizado en Dosquebradas-Risaralda en el barrio Guadalupe entre la carrera 10 (Avenida del Ferrocarril) No. 34-118.



Tomado de Google Earth

### 4. Morfología del terreno<sup>1</sup>

La morfología de este lote está conformada por un relieve semiplano.

<sup>1</sup> IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.

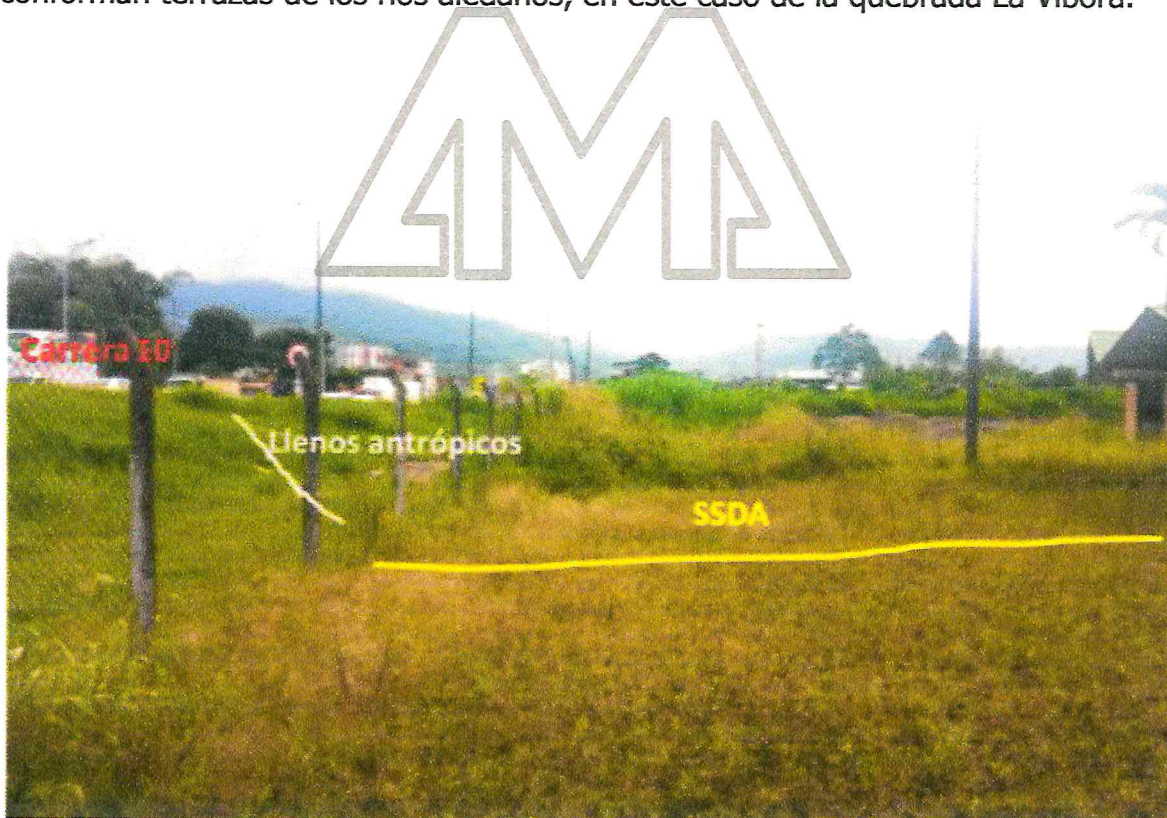


#### 4.1. "Unidades geomorfológicas"

Debido a la escala de trabajo y teniendo en cuenta que la zona de estudio se encuentra en una sola unidad geomorfológica regional, se clasificarán las unidades geomorfológicas locales, con base en las pendientes predominantes y las unidades geomorfológicas propuestas en los lineamientos del acuerdo 009 del 2012, del AMVA. Según esto, las unidades de la zona de estudio se clasifican como:

##### 4.1.1. Superficies suaves en depósitos aluviales (SSDA):

Se encuentran en la zona de estudio con un área aproximada de 9675 m<sup>2</sup>. Corresponden a superficies planas a onduladas con pendientes de 0 a 5 grados. En esta unidad se encuentra la mayor parte construida de la infraestructura existente. No se observan procesos morfodinámicos asociados, exceptuando algunas zonas de empozamientos leves que no representan ningún tipo de erosión concentrada. Esta unidad se encuentra modelada en depósitos aluviales, los cuales según recorridos de campo en inmediaciones de la zona de estudio e información secundaria, conforman terrazas de los ríos aledaños, en este caso de la quebrada La Víbora.



Unidad de superficies suaves en depósitos aluviales.

Tomada de: IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.





Unidad de superficies moderadas a suaves en llenos antrópicos y superficies suaves en depósitos aluviales.



Edificación construida (antigua plaza de mercado) sobre la unidad de superficies suaves sobre depósitos aluviales.

Tomadas de: IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.



#### 4.1.2. Superficies suaves en depósitos aluviales (SSDA):

Se encuentra aproximadamente en un área de 6346 m<sup>2</sup>; predominan pendientes bajas a moderadas (3 a 15 grados) en toda la periferia del lote. La morfogénesis asociada a esta unidad es de tipo antrópico, debido a que los llenos fueron producto de la acumulación de material removido en el proceso constructivo de las vías limitantes con el lote y de las viviendas aledañas en la parte oriental.



Imagen superior se observa las superficies suaves a moderadas en llenos antrópicos de la parte sur del predio. En la imagen inferior se observan las superficies suaves a moderadas en lleno antrópico en la parte norte del predio.

Tomado de: IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.



#### 4.1.3. Superficies suaves en depósitos aluviales (SSDA):

Se encuentra aproximadamente en un área de 1295 m<sup>2</sup>; predominan pendientes altas a muy altas (16 a mayores de 30 grados) en la periferia oriental del lote. Están modeladas en llenos antrópicos y depósitos de flujos de lodos y cenizas, dado que esta unidad superficial se encontró en el apique 2, en un nivel topográfico mayor a las superficies suaves donde afloraban los depósitos aluviales matriz soportados. Ver perfil geológico”.



Superficies altas a muy altas en llenos antrópicos.

Tomadas de: IDOM. “Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda”. INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.

## 5. “GEOLOGÍA<sup>2</sup>

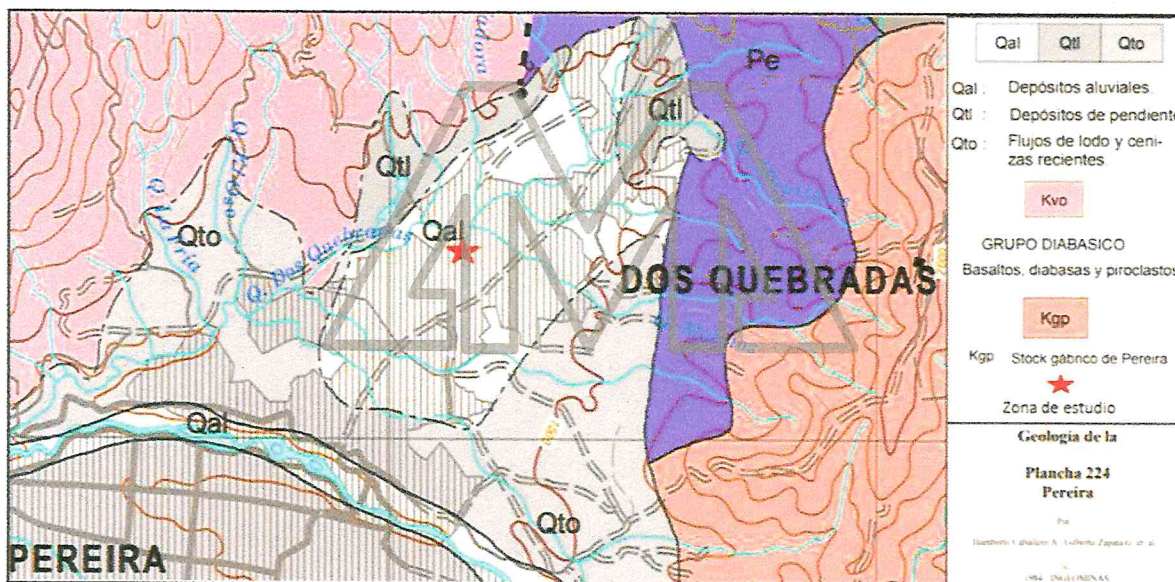
En la cuenca de Dosquebradas, donde se localiza la ciudad del mismo nombre, afloran varios depósitos poco consolidados a no consolidados como rocas volcanosedimentarias y los depósitos de origen aluvial y de vertiente, además de los llenos de origen antrópico, que cubren gran parte de rocas que corresponden al basamento, como lo son rocas ígneas tipo Diabasas y gabros.

<sup>2</sup> IDOM. “Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda”. INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.



La zona en estudio se encuentra en la parte centro norte del municipio de Dosquebradas, en la cual para describir el contexto geológico regional se tomó un radio de influencia de 2000 m teniendo como centro el sitio en el cual se construirá el proyecto planteado. Este radio abarca principalmente, intrusivos de edad Cretácica conformada por el Grupo Diabásico y el Stock Gábrico de Pereira, correspondientes al basamento; y rocas del cuaternario que corresponden a Depósitos fluviovolcánicos, depósitos aluviales y depósitos de vertiente. Específicamente el lote se encuentra sobre los depósitos aluviales que se describirán posteriormente.

A continuación, se describen cada una de las unidades mencionadas anteriormente, teniendo como base la memoria geológica de la Plancha 224, Pereira, 1984, publicado por el Servicio Geológico Colombiano y la Zonificación de Amenazas geológicas para los municipios del eje cafetero afectados por el sismo del 25 de enero de 1999, cabecera municipal del municipio de Dosquebradas.



Geología regional de la zona de estudio, modificada de Memoria Explicativa de la plancha 224, INGEOMINAS 1984.

Tomada de: IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.

### 5.1. Stock Gábrico de Pereira (Kgp):

Aflora en el sur oriente de Santa Rosa de Cabal, separado por la cubierta de flujos de lodos y cenizas volcánicas. Tiene una extensión aproximada de 30 Km<sup>2</sup>; los afloramientos presentan meteorización avanzada. Es una roca homogénea, masiva, de grano grueso, leucocrática de color verdoso con minerales ferromagnesianos, plagioclasa y cuarzo; este último abunda sólo localmente; intruye rocas



metamórficas y está cubierto por sedimentos terciarios de la Formación Amagá y por flujos de lodos con abundante cantidad de material volcánico cuaternarios.

### **5.2. Grupo Diabásico (Kvo):**

Son rocas de aspecto homogéneo en color y textura, su composición predominante es diabásica, aunque también se encuentran rocas piroclásticas e hipoabisales de textura porfídica y basaltos. La diabasa son rocas afaníticas a faneríticas de grano fino; color verde grisáceo oscuro; masivas con amígdalas alargadas rellenas de calcita y sílice.

Los basaltos son afaníticos de grano muy fino, color verde oscuro ligeramente voláceos y son comunes las amígdalas rellenas de calcita. Mineralógicamente sus principales constituyentes son plagioclasa cálcica, piroxenos, y anfíboles; estos basaltos morfológicamente se observan en coladas lávicas y lomos alargados. La geomorfología predominante de las diabasas son unidades que resaltan en el paisaje debido al marcado contraste que existe entre esta unidad y los depósitos cuaternarios que la cubren. La meteorización produce una arcilla rojiza y es común la meteorización en "bolas" de hasta 60cm de diámetro.

### **5.3. Depósitos aluviales (Qal)**

Estos depósitos afloran hacia la parte media de las micro cuencas de las quebradas Frailes en el extremo sur, hasta la vertiente norte de la quebrada Dosquebradas en el extremo norte y allí se localiza la parte central de la ciudad de Dosquebradas, conforman una zona relativamente plana y están constituidos por sedimentos fino granulares tamaños limo-arcilla. Gran parte de estos sedimentos corresponden a depósitos piroclásticos re trabajados y suelos residuales y saprolitos transportados por corrientes de las quebradas mencionadas y depositados en la zona central de lo que hoy es el casco urbano.

### **5.4. Flujos de lodos y cenizas recientes (Qto):**

Estos depósitos afloran en las partes media y alta de las micro cuencas de las quebradas La Víbora, Cañaveral, Molinos, Manizales, Frailes y hacia las márgenes del Río Otún. Estos depósitos corresponden al denominado "Glacis del Quindío" o "Abanico-Pereira Armenia. Están constituidos por bloques, guijarros, guijos y gránulos de rocas volcánicas de composición intermedia y en una baja proporción de rocas metamórficas e intrusivas, dentro de una matriz areno-arcillosa, pero esencialmente volcánica; los clastos son angulares a subangulares y en una baja proporción subredondeados a redondeados (fluvial) y su selección bastante pobre. Por lo general su espesor sobrepasa los 80 m.

### **5.5. Depósitos de pendiente (Qtl):**

Dentro de los depósitos de tipo coluvial se presentan los Depósitos de Pendiente (Qtl) los cuales son producto de la erosión de la actual cordillera, tienen poca extensión, en la Cordillera Occidental; el mayor aporte es de bloques de rocas volcánicas básicas sin ningún tipo de selección o compactación.

### **5.6. Depósitos Antrópicos:**

Aunque no son cartografiados en la Plancha 224, se describen en Zonificación de Amenazas geológicas para los municipios del eje cafetero afectados por el sismo del 25 de enero de 1999, cabecera municipal del municipio de Dosquebradas. Estos depósitos corresponden a antiguos botaderos principalmente de basuras y de material producto. Aunque no son cartografiados en la Plancha 224, se describen en Zonificación de Amenazas geológicas para los municipios del eje cafetero afectados por el sismo del 25 de enero de 1999, cabecera municipal del municipio de Dosquebradas. Estos depósitos corresponden a antiguos botaderos principalmente de basuras y de material producto.

### **5.7. GEOLOGÍA LOCAL**

Para la caracterización de los materiales en la zona de estudio se realizó una campaña de exploración correspondiente a la ejecución de 6 apiques con una profundidad máxima de 2,3 metros, con recuperación de muestras alteradas e inalteradas y 11 sondeos exploratorios con profundidades variables entre 6 y 12m. Adicionalmente con base en la exploración, recorridos de campo e información secundaria, se caracterizaron las unidades geológicas locales definidas como: Depósitos antrópicos, depósitos aluviales y depósitos de flujos de lodos y cenizas volcánicas. En el anexo 20 se presentan cuatro secciones transversales del proyecto resultado de la interpretación e inspección de las muestras de suelo recuperadas.

#### **5.7.1. Llenos Antrópicos QLL**

Estos materiales ubicados en los costados NE y SW, están conformados sin ningún control técnico toda vez que se observan mezclas de materiales como basuras y escombros con material fino granular deduciendo que fue una zona de botaderos de basura cerca a la quebrada La Víbora.

Es de resaltar que por la extensión final del proyecto y niveles de implantación del mismo estos materiales serán removidos del lote como parte de las excavaciones proyectadas, razón por la cual no se detalla sobre el manejo y disposición de los mismos.



Adicionalmente no se descarta que al interior del lote se encuentren llenos asociados principalmente a la adecuación para fines constructivos de la zona de estudio, a través de la reacomodación y excavación de unidades superficiales como depósitos aluviales que se encuentran en la zona y de materiales de préstamo.



Llenos antrópicos de los costados NW Nótese escombros y basuras.

Tomada de: IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.

### 5.7.2. Depósitos aluviales matriz soportados

Esta unidad, ocupa toda la extensión del lote la cual está cubierta por localmente por los llenos antrópicos. En general estos depósitos se presentan como un primer horizonte de material corresponde a un depósito aluvial matriz soportado



relacionado a los sedimentos cuaternarios de los afluentes cercanos, como la quebrada La Víbora que recorre en la parte norte del lote y descarga en la quebrada Dosquebradas al occidente del predio. La matriz presenta una coloración café naranja a café pardo con tonos rojizos, con textura predominantemente limosa a limo arcillosa con contenidos locales de arena fina, condición de humedad alta, plasticidad media a alta y consistencia blanda a muy blanda, presenta alto contenido de ceniza volcánica re trabajada. La proporción de fragmentos corresponden a rocas volcánicas hipoabisales meteorizadas con diámetros hasta de 50cm y rocas volcánicas piroclásticas (pumitas, tobas) altamente meteorizadas con tamaños hasta de 20cm con formas subredondeadas a redondeadas; estos fragmentos se disgregan fácilmente.



Depósitos aluviales.

Tomada de: IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.

Posterior a este horizonte se identificó en las perforaciones adelantadas subyaciendo el estrato anterior, un horizonte de suelo en el cual predominan las arenas finas a



medias con algún porcentaje de gravas de tamaño decimétrico. Estos materiales se presentan con una coloración gris verdosa, de baja humedad y compacidad media.



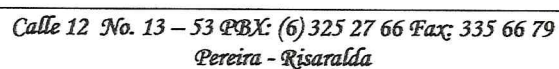
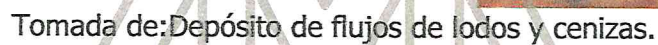
Muestra de sondeo 11 Muestra 8. Nótese arenas y fragmento de cuarzo.

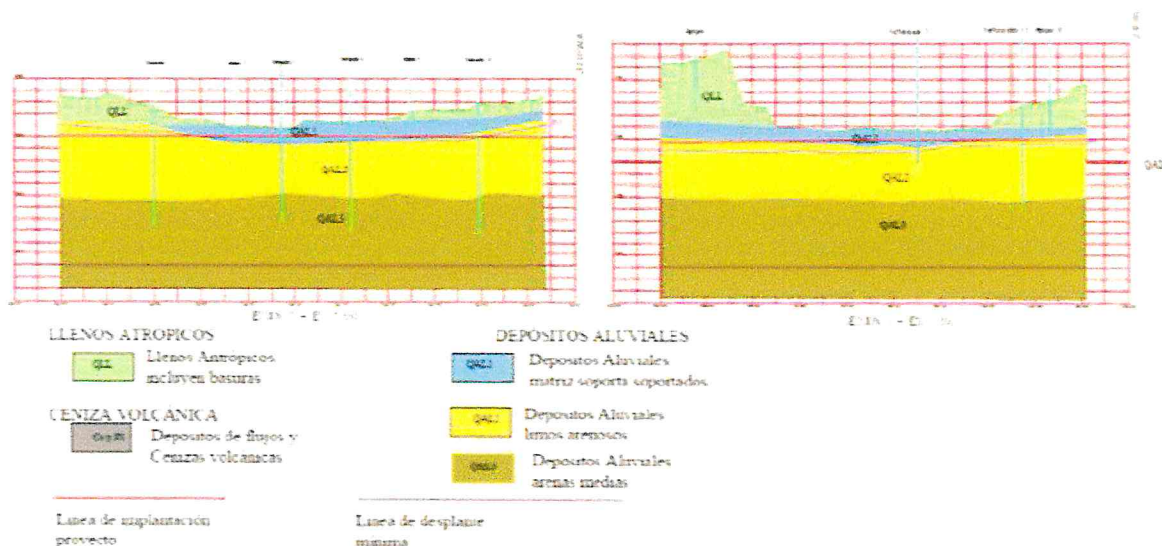
### **5.7.3. Depósitos de flujos de lodos y cenizas volcánicas**

Están constituidos por materiales producto de lahares y flujos de lodos re trabajados con cenizas volcánicas. Se pueden correlacionar a la unidad de "glacis del Quindío" descrita anteriormente como depósitos de flujos y cenizas recientes.

Esta unidad superficial corresponde a un material con relación matriz/fragmentos de 70/30. La matriz es de textura limo arenosa a areno en profundidad con contenidos locales de arcillas, de color gris con tonos negros, con cenizas volcánicas y materia orgánica. Presenta una plasticidad media a baja, consistencia blanda a compacidad suelta en profundidad, condición de humedad media. Los fragmentos corresponden a guijarros, y gránulos de rocas volcánicas de composición intermedia a básica y rocas piroclásticas tipo pumita altamente meteorizadas y disgregables, con tamaños desde 1cm a 5cm y con formas subredondeadas a redondeadas dispuestas al azar".







Mapa de unidades superficiales y sección típica para la zona de estudio  
Tomadas de : IDOM. "Desarrollar los estudios y diseños para la puesta en marcha del centro de ciencia en biodiversidad en el departamento de Risaralda". INFORME TÉCNICO DE GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA. 31 Marzo 2020.





## 6. Características del terreno

El terreno se compone en la profundidad explorada por una capa de relleno de material limo arcillo arenoso de espesores hasta de 4.5m, seguidos por capas intercaladas de arcilla arenoso, limos granulares, arenas limosas, arenas granulares y gravas, suelos de origen aluvial.

Las principales características de estos suelos fueron.

### 6.1. Espesor del lleno y profundidad de las gravas

SONDEO	LONGITUD SONDEO (m)	ESPESOR LLENO (m)	COTA SONDEO (m)	COTA BAJO LLENO (m)	PROF. GRAVAS (m)
1-2021	15.0	2.3	-1.50	-3.80	-7.50
2-2021	15.0	1.2	-2.30	-3.50	-8.30
3-2021	2.10	1.3	-2.30	-3.60	-3.60
4-2021	7.0	1.0	-2.70	-3.70	-9.70
Apique 1-2021	2.0	1.0	-2.30	-3.30	-3.60
Apique 1-2019	1.7	1.5	1429.50	1428.0	-
Apique 2-2019	1.9	1.1	1429.50	1428.4	-
Apique 3-2019	1.7	0.8	1426.46	1425.6	-
Apique 4-2019	2.1	-	1425.76	1425.76	-
Apique 5-2019	2.3	-	1426.40	1426.4	-
Apique 6-2019	1.5	1.2	1427.45	1426.4	-
S1-2019	9.7	4.5			
S2-2019	12.0	0.5			
S3-2019	8.0	2.0			
S5-2019	8.2	-			
S6-2019	9.2	-			
S7-2019	8.0				
S8-2019	7.0	-			
S9-2019	8.0	-			
S10-2019	6.0	-			
S11-2019	7.5	2.0			
S12-2019	8.25	2.0			
1-1989	4.0	0.1			-
2-1989	4.0	0.5			-
3-1989	4.0	-			-
4-1989	4.0	-			-

SONDEO	LONGITUD SONDEO (m)	ESPESOR LLENO (m)	COTA SONDEO (m)	COTA BAJO LLENO (m)	PROF. GRAVAS (m)
5-1989	4.0	-			-
6-1989	4.0	0.4			-
7-1989	4.0	0.2			-
8-1989	4.0	-			-
9-1989	4.0	0.7			
10-1989	4.0	0.3			-
11-1989	4.0	1.0			-2.0
12-1989	4.0	0.5			-

**Nota:** La cota cero de los sondeos del presente año fue el nivel de la vía.

## 6.2. Localización del nivel freático

El nivel freático fue detectado en las siguientes profundidades exploradas:

SONDEO	PROFUNDIDAD NAF (m)	COTA SONDEO (m)	COTA NAF (m)
1-2021	2.8	-1.50	-4.30
2-2021	4.5	-2.30	-6.80
3-2021	1.8	-2.30	-4.10
4-2021	2.5	-2.70	-5.20
1-2019	1.2	-	-
7-2019	1.2	-	-
8-2019	1.2	-	-
9-2019	1.2	-	-
10-2019	1.2	-	-
11-2019	1.2	-	-
12-2019	1.2	-	-
1-1989	0.4	-	-
2-1989	2.8	-	-
3-1989	0.6	-	-
4-1989	0.5	-	-
5-1989	0.5	-	-
6-1989	0.7	-	-
7-1989	1.0	-	-
8-1989	0.4	-	-



SONDEO	PROFUNDIDAD NAF (m)	COTA SONDEO (m)	COTA NAF (m)
9-1989	0.6	-	-
10-1989	0.3	-	-
11-1989	2.2	-	-
12-1989	0.7	-	-

### 6.3. Resistencia a la penetración estándar y a la compresión inconfina de los suelos ensayados.

Valores medios de:

Sondeo No.	Capa	Descripción	Resistencia Golpes/Pie	Resistencia Ci kg/cm <sup>2</sup>
<b>1-2021</b>	2	Lleno Limo arcillo arenoso	4	1.62
	4	Arena granular	>60	0.21
	5	Arcilla granular	4	-
	5	Arcilla granular	4	-
	5	Arcilla granular	>60	-
	6	Arena con boleos	Rc=0.25	-
	6	Arena con boleos	Rc=0.40	-
	6	Arena con gravas	15	-
	7	Arcilla granular con gravas	Rc=0.20	-
	7	Arena con gravas	>60	-
	7	Arena con gravas	52	-
	8	Arcilla con grava	Rc=0.20	-
	9	Arena con gravas	Rc=0.20	-
<b>2-2021</b>	2	Limo arenoso	32	1.23
	3	Arcilla limosa granular	16	-
	3	Arcilla limosa granular	30	-
	3	Arcilla limosa granular	7	-
	3	Arcilla limosa granular	7	-
	4	Arena granular	9	-
	5	Arcilla limosa con palosuelo	9	0.96
	6	Limo areno arcilloso granular	68	0.95
	7	Gravas	Rc=0.20	-
	7	Gravas	Rc=0.20	-
	8	Arcilla limosa granular	17	1.08
	9	Limo areno arcilloso con grava	Rc=0.20	-

Sondeo No.	Capa	Descripción	Resistencia Golpes/Pie	Resistencia Ci kg/cm <sup>2</sup>
	10	Limo areno arcilloso granular con paleosuelo	22	1.00
	11	Mantos de roca	Rc=0.15	-
	12	Mantos de roca	Rc=0.15	-
<b>3-2021</b>	1	Lleno Limo arcillo arenoso	10	1.42
	2	Gravas	>60	-
<b>4-2021</b>	4	Limo areno arcilloso	4	0.84
	5	Arcilla arenosa	5	-
	5	Arcilla arenosa	6	0.46
	5	Arcilla arenosa	4	-
	6	Limo areno arcilloso granular	>60	-
<b>1-2019</b>		Lleno limo con escombros	6	
		Lleno limo con escombros	6	
		Limo plástico (depósito inundación)	8	
		Limo plástico (depósito inundación)	10	
		Limo plástico (depósito inundación)	7	
		Limo plástico (depósito inundación)	18	
		Arenas aluviales con gravas	>60	
<b>2-2019</b>		Ceniza volcánica	5	
		Limo plástico (depósito inundación)	2	
		Limo plástico (depósito inundación)	8	
		Limo plástico (depósito inundación)	7	
		Limo plástico (depósito inundación)	9	
		Limo plástico (depósito inundación)	6	
<b>3-2019</b>		Lleno antrópico	4	
		Afirmado	18	
		Limo plástico (depósito inundación)	7	
		Limo plástico (depósito inundación)	12	
		Arenas aluviales con gravas	>60 Rc=0.6	
<b>5-2019</b>		Limo plástico (depósito inundación)	6	
		Limo plástico (depósito inundación)	10	
		Limo plástico (depósito inundación)	12	
		Limo plástico (depósito inundación)	10	



Sondeo No.	Capa	Descripción	Resistencia Golpes/Pie	Resistencia Ci kg/cm <sup>2</sup>
		Arenas aluviales	23	
<b>6-2019</b>		Limo plástico (depósito inundación)	11	
		Limo plástico (depósito inundación)	9	
		Limo plástico (depósito inundación)	10	
		Limo plástico (depósito inundación)	13	
		Arenas aluviales con gravas	30	
		Arenas aluviales con gravas	41	
<b>7-2019</b>		Limo plástico (depósito inundación)	6	
		Limo plástico (depósito inundación)	12	
		Limo plástico (depósito inundación)	14	
		Arenas aluviales con gravas	12	
		Arenas aluviales con gravas	34	
<b>8-2019</b>		Limo plástico (depósito inundación)	8	
		Limo plástico (depósito inundación)	8	
		Limo plástico (depósito inundación)	11	
		Limo plástico (depósito inundación)	16	
		Arenas aluviales con gravas	>60 Rc=0.25	
<b>9-2019</b>		Limo plástico (depósito inundación)	11	
		Limo plástico (depósito inundación)	24	
		Limo plástico (depósito inundación)	11	
		Limo plástico (depósito inundación)	18	
		Arenas aluviales con gravas	>60 Rc=0.3	
<b>10-2019</b>		Limo plástico (depósito inundación)	14	
		Arenas aluviales con gravas	>60 Rc=0.4	
		Limo plástico (depósito inundación)	39	
		Limo plástico (depósito inundación)	19	
<b>11-2019</b>		Lleno antrópico	4	
		Limo plástico (depósito inundación)	6	
		Arenas aluviales con gravas	25	
		Arenas aluviales con gravas	>60	
<b>12-2019</b>		Lleno antrópico	8	
		Limo plástico (depósito inundación)	13	

Sondeo No.	Capa	Descripción	Resistencia Golpes/Pie	Resistencia Ci kg/cm <sup>2</sup>
	3	Limo arcillo arenoso	5	0.7
	3	Limo arcillo arenoso	7	0.6
	4	Limo arenoso arcilloso	7	0.1*
<b>11-1989</b>	2	Limo arenoso	7	0.3
	4	Arcilla limosa	18	-
	4	Arcilla limosa	3	<0.1(p*)
<b>12-1989</b>	2	Arena gravosa	54	0.4
	3	Limo areno arcilloso	9	-
	4	Arena limosa	10	-

#### 6.4. Humedad natural y pesos unitarios

Los contenidos de humedad natural para los limos y arcillas arenosas fluctuaron entre 21.6% y 60.8%.

Los contenidos de humedad natural de las arenas granulares fluctuaron entre 7.7% y 21.2%.

Los pesos unitarios húmedos de los limos y arcillas arenosas estuvieron entre 1.63gr/cm<sup>3</sup> y 2.02gr/cm<sup>3</sup>.

Los pesos unitarios húmedos de las arenas granulares estuvieron entre 1.75gr/cm<sup>3</sup> y 2.1gr/cm<sup>3</sup>.

En el estudio del 2019 los valores del contenido de humedad variaron entre 35% y 96%.

En e estudio de 1989 los valores del contenido de humedad variaron entre 11% y 88%.

Los rangos bajos de contenido de humedad están asociados a los suelos arenosos y granulares y los rangos más altos de humedad a suelo con mayor contenido de finos.

Los suelos naturales clasifican según el sistema unificado como MH-OH, MH, SM, ML y CH-H o sea limos inorgánicos de baja a alta plasticidad, arenas limosas y arcillas orgánicas de alta compresibilidad.



## 7. Conclusiones y recomendaciones

El terreno se compone en la profundidad explorada por una capa de relleno de material limo arcillo arenoso de espesores hasta de 1.3m, seguidos por capas intercaladas de arcilla arenoso, limos granulares, arenas limosas, arenas granulares y gravas, suelos de origen aluvial.

El nivel freático se detectó a una profundidad entre 0.3m y 4.5m.

Se desea construir un centro de ciencias de biodiversidad el cual está compuesto por salones de exposición entre 1 y 2 niveles con alturas hasta de 10m y un Domo con una altura de 15m; el sistema estructural corresponde a un sistema aporticado.

PROF (m)	PENETRACIÓN ESTÁNDAR (golpes/pie)			COMPRESIÓN INCONFINADA (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Rango	Valor Medio	Desviación estándar	Rango	Valor Medio	Desviación estándar
1.0-1.5	4-32	18,00	19,8	0,84-1.62	1,23	0,55
2.5-3.0	5-60	32,50	38,9	0,21-0.46	0,34	0,18
4.0-4.5	4-9	6,50	3,5	0,96-	0,96	-
5.5-6.0	4-68	36,00	45,3	0,95	0,95	-
7.5-8.0	15-60	37,50	31,8	-	-	-
8.5-9.0	17-60	38,50	30,4	1,08	1,08	-
10.0-10.5	22-60	41,00	26,9	1.00	1,00	-
11.0-11.5	60	60,00	-	-	-	-
13.0-13.5	60	60,00	-	-	-	-
14.5-15.0	60	60,00	-	-	-	-

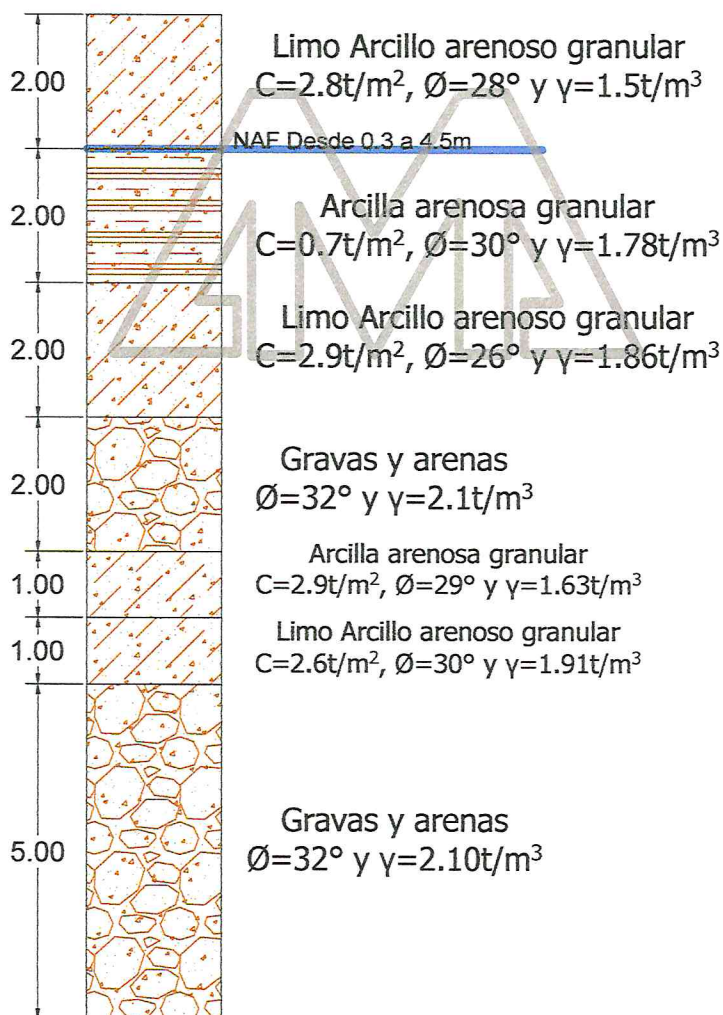
Si tomamos como valor de diseño el valor medio menos media desviación estándar tendríamos:

PROFUNDIDAD (m)	PENETRACIÓN ESTÁNDAR golpes/pie	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ø °	C (t/m <sup>2</sup> )
1.0-1.5	12	0,95	28	2,8
2.5-3.0	16	0,25	30	0,7
4.0-4.5	5	0,96	24	3,1
5.5-6.0	14	0,95	29	2,8

PROFUNDIDAD (m)	PENETRACIÓN ESTÁNDAR golpes/pie	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA (Kg/cm <sup>2</sup> )	Ø °	C (t/m <sup>2</sup> )
7.5-8.0	22	0,00	33	-
8.5-9.0	22	1,08	33	2,9
10.0-10.5	26	1,00	35	2,6
11.0-11.5	52	-	43	-
13.0-13.5	47	-	42	-
14.5-15.0	46	-	41	-

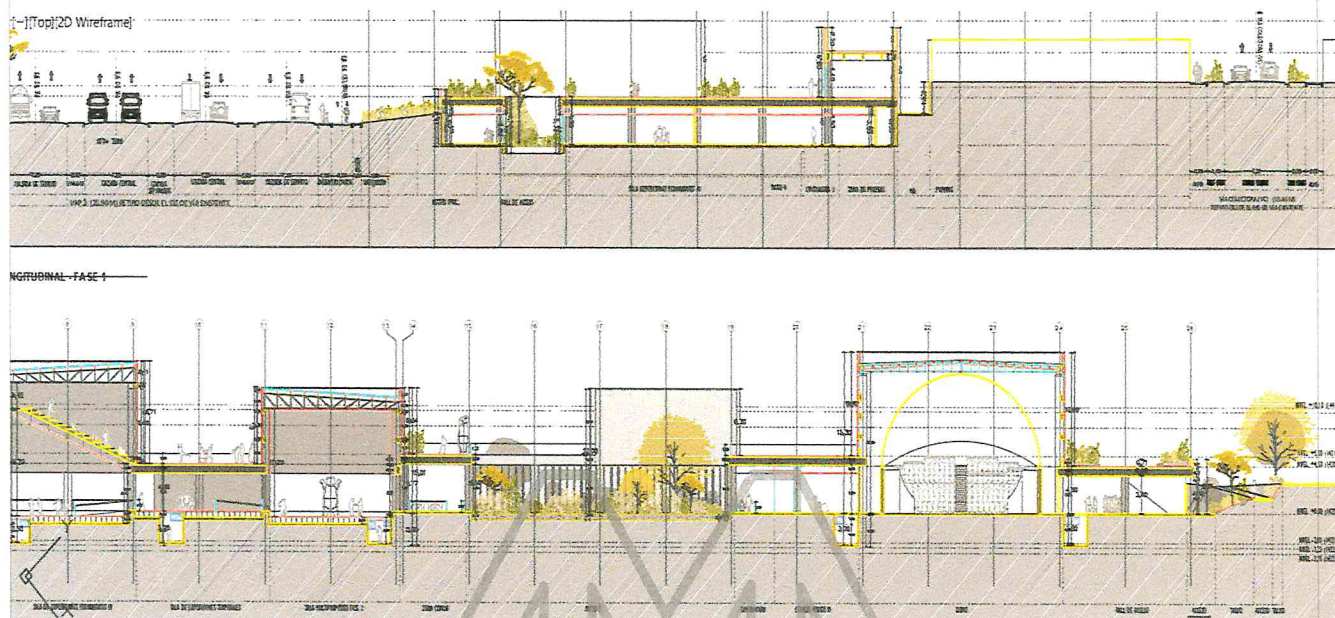
### 7.1. Capacidad de soporte cimentación superficial

El modelo geotécnico usado es el siguiente:





El nivel de implantación del proyecto oscila entre 2.0m y 5.0m con respecto al nivel de la vía, debido a que el nivel freático se encontró hasta los -6.80m con respecto a la vía, tanto la cimentación como el primer nivel de la edificación quedarán bajo la influencia del nivel freático, por lo cual se deberá colocar un sistema de drenaje el cual lleve las aguas hasta la quebrada.



Un análisis de capacidad de soporte para zapatas rectangulares desplantados 1.0m por debajo del nivel de implantación del proyecto y siempre por debajo de llenos y limos vegetales, nos indica que podemos aplicar las siguientes presiones:

Ejemplo para  $b=1.0m$

$$\phi = \sqrt{12.5(N)} + 15 \quad \phi = \sqrt{15(14)} + 15 \quad \phi = 29.4 \quad \phi \approx 29^\circ$$

$$C = \frac{qu}{2} \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad C = \frac{0.70 \frac{Kg}{cm^2}}{2} * \tan(45 - 14.5) \quad C = 0,20 \frac{Kg}{cm^2}$$

Factores de corrección de acuerdo con Terzaghi corte local

$N_c=11.4$ ,  $N_q=7.2$  y  $N_\gamma=5.0$

$$qult = CN_c + \bar{q}N_q + 0.5B\gamma N_\gamma$$

$$q_{ult} = 2.0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} (11.4) + \left( 1.0\text{m} * 0.83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) (7.2) + 0.5(1.0\text{m}) \left( 1.83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) (5.0)$$

$$q_{ult} = 33.4 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \quad q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} = \frac{33.4}{3} = 11.1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Factores de corrección de acuerdo con Meyerhof

Nc=27.0, Nq=18.1 y Ny=14.7

$$q_{ult} = CN_c + \bar{q}N_q + 0.5B\gamma N_\gamma$$

$$q_{ult} = 2.0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} (27.0) + \left( 1.0\text{m} * 0.83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) (18.1) + 0.5(1.0\text{m}) \left( 1.83 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \right) (14.7)$$

$$q_{ult} = 82.5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \quad q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS} = \frac{82.5}{3} = 27.5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Valores medios entre la teoría de Terzaghi corte local y Meyerhof, más cercanos a la primera, indican que para zapatas cuadradas se pueden aplicar presiones hasta de:

Ancho de la zapata (m)	Capacidad última de soporte (t/m <sup>2</sup> )
1.0	15.2
2.0	17.5
3.0	19.7
4.0	22.0

Para efectos sísmicos las zapatas deberán amarrarse en ambos sentidos mediante vigas diseñadas a tensión y compresión con el 12% de la carga mayor que les llegue por las columnas que une.

Utilizar un módulo del terreno de 2.0Kg/cm<sup>3</sup>.

**Nota:** De acuerdo con la información suministrada por el Contratante la carga máxima que llegue a las columnas será de 226ton.



## 7.2. Asentamientos

Para una carga máxima de 226ton podría utilizarse una zapata cuadrada hasta de 3.8m, para la cual los asentamientos totales esperados serán inferiores a lo estimado a continuación:

### Elásticos

$$\Delta H = 15.2 \frac{t}{m^2} * 3.8m * \left[ \frac{1 - 0.35^2}{1800 \frac{t}{m^2}} \right] \quad \Delta H = 0.028m \cong 2.8cm$$

### Consolidación

$$\Delta H = \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'_{prom}}{\sigma'_o} \right)$$

$$\Delta H = \frac{0.15(3.0m)}{1 + 0.936} \log \left( \frac{5.85 + 5.77}{5.85} \right) \quad \Delta H = 0.069m \approx 6.9cm$$

$$\Delta H = 2.8cm + 6.9cm = 9.7cm \quad \Delta H < 10.0cm$$

Para la mitad de la carga máxima de 113ton podría utilizarse una zapata cuadrada hasta de 2.7m, para la cual los asentamientos totales esperados serán inferiores a lo estimado a continuación:

### Elásticos

$$\Delta H = 15.2 \frac{t}{m^2} * 2.7m * \left[ \frac{1 - 0.35^2}{1800 \frac{t}{m^2}} \right] \quad \Delta H = 0.020m \cong 2.0cm$$

### Consolidación

$$\Delta H = \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \left( \frac{\sigma'_o + \Delta \sigma'_{prom}}{\sigma'_o} \right)$$

$$\Delta H = \frac{0.15(3.0m)}{1 + 0.936} \log \left( \frac{5.85 + 5.77}{5.85} \right) \quad \Delta H = 0.069m \approx 6.9cm$$

$$\Delta H = 2.0cm + 6.9cm = 8.9cm \quad \Delta H < 9.0cm$$

Estos asentamientos son muy altos para el tipo de edificación que se quiere construir, por tal razón se recomienda cimentar el proyecto mediante pilotes con el fin de evitar asentamientos diferenciales.

El asentamiento diferencial entre estas dos zapatas sería de 0.8cm, según la NSR-10 el asentamiento diferencial depende del sistema estructural, para un sistema aporticado los asentamientos permitidos serían:

**Tabla H.4.9-1**  
**Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas,  $\ell$**

Tipo de construcción	$\Delta_{max}$
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{1000}$
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\frac{\ell}{500}$
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{300}$
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\frac{\ell}{160}$

A continuación se presenta una tabla de asentamientos diferenciales permitidos de acuerdo con la luz:

LUZ (m)	DIFERENCIAL PERMITIDO (cm)
3.0	1.0
4.0	1.3
5.0	1.6
6.0	2.0
7.0	2.3
8.0	2.6
9.0	3.0
10.0	3.3

**Nota:** Cuando se tengan las cargas y el diseño de la cimentación, se volverán a calcular los asentamientos totales y diferenciales.



### 7.3. Capacidad de soporte (cimentación profunda)

A continuación, se presenta una tabla de capacidad de transmisión de carga máxima para pilotes de diferente diámetro y longitud:

LONGITUD PILOTE	DIÁMETRO PILOTE (m) / CAPACIDAD (ton)					
(m)	30	40	50	60	80	100
6.0	10.0	14.5	19.0	24.0	34.5	46.5
8.0	15.0	22.0	30.5	38.5	56.5	77.0
10.0	22.0	30.5	40.5	51.0	76.0	101.5
12.0	29.0	40.5	53.5	68.0	101.5	136.0
14.0	36.9	51.0	66.5	83.5	124.0	168.5

LONGITUD PILOTE	DIÁMETRO PILOTE (m) / CAPACIDAD (ton)			
(m)	120	150	180	200
6.0	60.0	82.5	108.0	126.5
8.0	100.5	140.5	186.5	220.5
10.0	129.5	176.0	228.5	266.0
12.0	173.5	236.5	307.5	360.0
14.0	214.5	291.0	376.0	438.0

**Nota:** Los pilotes deberán llegar hasta el nivel de las gravas, las cuales se encuentran aproximadamente entre 8.0m a 10m de profundidad, se recomiendan pilas de más de 1.0m de diámetro para poder hacer excavaciones manuales.

Los pilotes se reforzarían por motivos sísmicos con una canasta mínima equivalente al 0.75% de la sección transversal de los mismos en la longitud del lleno más dos metros pero nunca en menos de las 2/3 partes de la longitud total del pilote, flejes  $\Phi \frac{3}{8}$ " para pilotes de diámetro menor a 60 cm,  $\Phi \frac{1}{2}$ " para diámetros mayores, cada 7.5cm en los 2m superiores, cada 20cm en el resto. . Concreto  $f'_c = 21 \text{ Mpa}$  vaciado preferencialmente en seco.

Sin embargo si el calculista utiliza para su diseño el sistema de capacidad especial de disipación de energía (DES) deberá cumplir con lo establecido en el numeral C.21.12 de la Norma NSR-10.

#### 7.4. Módulo Kh

Existen diferentes métodos para el cálculo del módulo de reacción del suelo, el cual es un factor que no depende únicamente del suelo sino también de la estructura a soportar; a continuación mencionamos algunas de las teorías más usadas.

Tomado de Coral, H. Cimentaciones profundas. (2015)

Según Vogt:

$$K_V = \frac{1.57E_o}{D}$$

$E_o$  = Módulo de deformación del suelo

D=diámetro de la base

Según Terzaghi:

$$K_H = \frac{0.75E_o}{D}$$

$E_o$  = Módulo de deformación del suelo

D=diámetro de la base

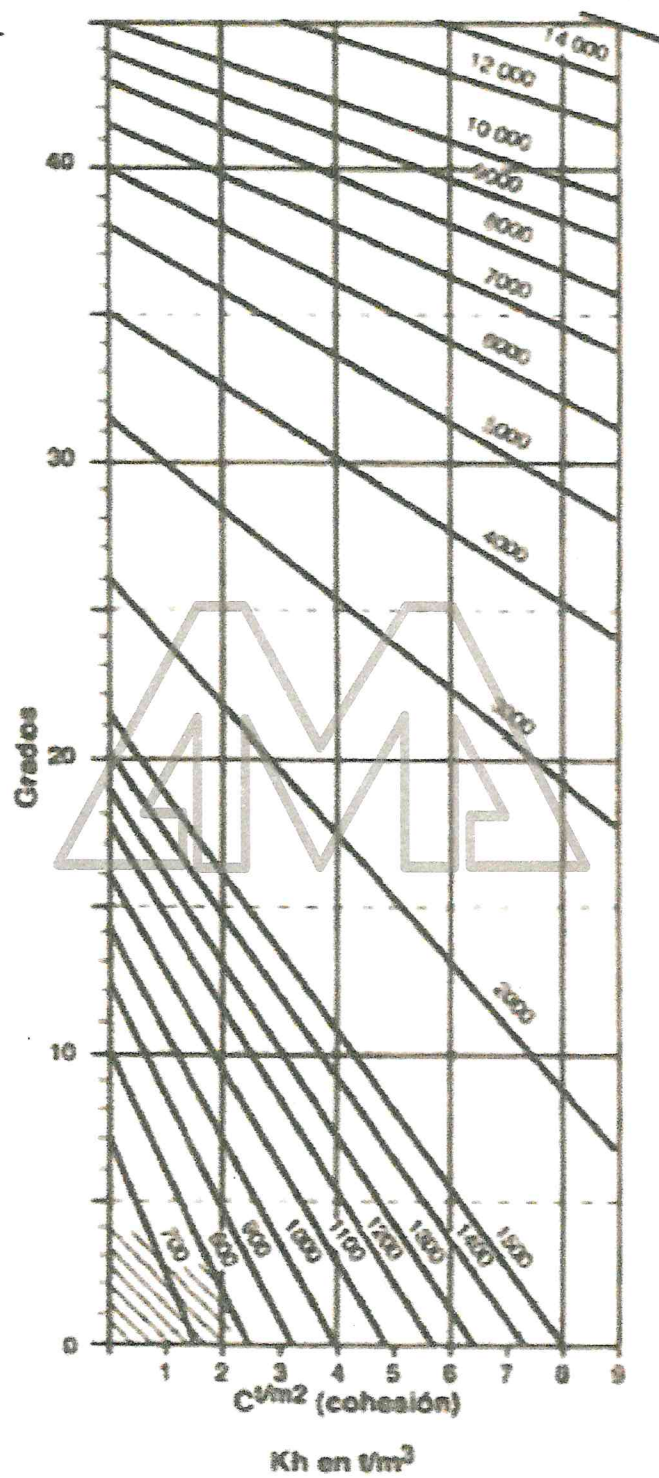
De acuerdo con Melli

Tabla 7.2. Valores del módulo de elasticidad,  $E_s$ , y el módulo de reacción  $k_{s1}$ , para diferentes tipos de suelo (de referencia 7.4).

Tipo de suelo	$E_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$k_{s1}$ (Kg/cm <sup>3</sup> )
** Suelo fangoso.....	11.00 a 33.00	0.50 a 1.50
* Arena seca o húmeda, suelta ( $N_s$ 3 a 9).....	0.16H a 0.48	1.20 a 3.60
* Arena seca o húmeda, media ( $N_s$ 9 a 30).....	0.48H a 1.60H	3.60 a 12.00
* Arena seca o húmeda, densa ( $N_s$ 30 a 50).....	1.60H a 3.20H	12.00 a 24.00
* Grava fina con arena fina.....	1.07H a 1.33H	8.00 a 10.00
* Grava media con arena fina.....	1.33H a 1.60H	10.0 a 12.00
* Grava media con arena gruesa.....	1.60H a 2.00H	12.00 a 15.00
* Grava gruesa con arena gruesa.....	2.00H a 2.66H	15.00 a 20.00
* Grava gruesa firmemente estratificada.....	2.66H a 5.32H	20.00 a 40.00
** Arcilla blanda ( $q_c$ 0.25 a 0.50 kg/cm <sup>2</sup> ).....	15 a 30	0.55 a 1.30
** Arcilla media ( $q_c$ 0.50 a 2.00 kg/cm <sup>2</sup> ).....	30 a 90	1.30 a 4.00
** Arcilla compacta ( $q_c$ 2.00 a 4.00 kg/cm <sup>2</sup> ).....	90 a 180	4.00 a 8.00
Arcilla margosa dura ( $q_c$ 4.00 a 10.00 kg/cm <sup>2</sup> )....	180 a 480	8.00 a 21.00
Marga arenosa rígida.....	480 a 1000	21.00 a 44.00
Arena de miga y tosco.....	500 a 2500	22 a 110
Marga.....	500 a 50000	22 a 2200
Caliza margosa alterada.....	3500 a 5000	150 a 220
Caliza sana.....	20000 a 800000	885 a 36000
Granito meteorizado.....	700 a 200000	30 a 9000
Granito sano.....	40000 a 800000	1700 a 3600



De acuerdo con Monnet (1994)



De acuerdo con Smith and Pole

$$K_h = 0.305 * n_h \frac{z}{B}$$

Se calculó el módulo de reacción del suelo por diferentes métodos, obteniendo como valor medio lo siguiente:

Profundidad	kh (t/m3)
0.0-2.5	950
2.5-4.0	1340
4.0-5.5	760
5.5-7.5	2030
7.5-8.5	1710
8.5-10.0	3000
10.0-11.0	3320
11.0-13.0	4390
13.0-14.5	4960
14.5-15.0	4180

Utilizar para el módulo de balasto vertical el doble del horizontal.

En los anexos se puede ver la memoria de cálculo para los valores de la tabla anterior.

## 7.5. Estructuras de contención

Para el diseño de estructuras de contención utilizar los siguientes parámetros del terreno.

Peso equivalente del suelo 1.70t/m<sup>3</sup>

### Con la carga de la Edificación

Factor de presión activa h=3m h=4m

En terreo natural 0.49 0.58

### Con la carga de la vía

Factor de presión activa h=3m h=4m



En terreo natural	0.33	0.41
Factor de Presión Pasiva		
En terreno natural	2.9	
Presión máxima aplicable al terreno	(Ver numeral 7.1)	
Altura crítica h'c		
En terreno natural	1.5m	

### 7.6. Cortes

Los cortes para zapatas y vigas de cimentación podrán hacerse verticales.

Los cortes para estructuras de contención deberán ejecutarse con pendientes 1.5V:1H por cortos períodos de tiempo inferiores a 40 días.

### 7.7. Consideraciones con las edificaciones vecinas

Dada la distancia a la que se encuentran las construcciones vecinas, no se espera inconvenientes durante el procedimiento constructivo.

### 7.8. Consideraciones para manejo de aguas

El nivel freático se encontró desde 0.3m hasta 4.5m, razón por la cual se espera encontrar agua subterránea durante las excavaciones, por esto se deberá utilizar motobombas para la evacuación de esta durante las excavaciones y aplicar bentonita o productos polimérico que garanticen la estabilidad de la perforación.

Se deben colocar canales superiores de intercepción de aguas para evitar la entrada de agua a las excavaciones.

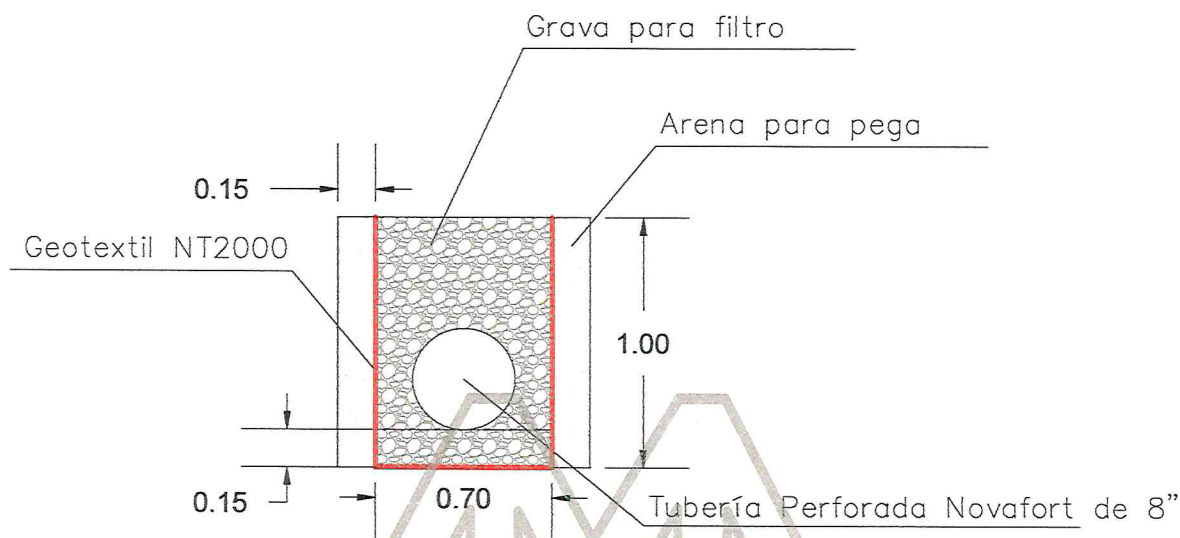
El agua lluvia en las excavaciones se manejará por medio de motobombas en caso de no tener como sacarlas por conducción.

Adicional a esto tanto la cimentación como el primer nivel de la edificación quedarán bajo la influencia del nivel freático, por lo cual se deberá colocar un sistema de drenaje el cual lleve las aguas hasta la quebrada. Se deberá instalar un filtro francés colocado en espina de pescado, el filtro central será de 100cm de ancho por 100cm de alto con tubería perforada de 8" y las espinas de pescado cada 5m formando 45°

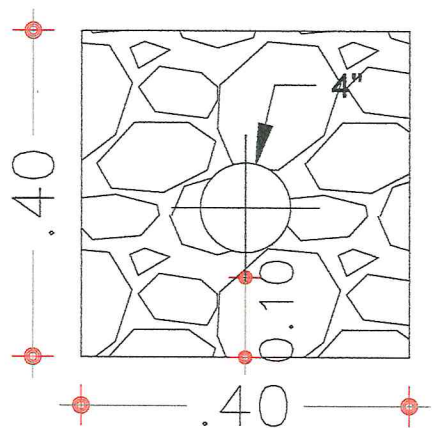
grados con el principal que va por todo el medio y serán de 40cm x 40cm con tubería perforada de 4". Este filtro deberá ser conectado al alcantarillado pluvial.

Estos filtros deberán estar envueltos en geotextil no tejido y hechos con piedra uniforme de tamaño entre 1.5" y 2".

#### Ramal central (Filtro central)



#### Ramal secundario (Espina de pesado)



### **7.9. Consideraciones sismoresistente para el diseño de la estructura**

Dosquebradas está en zona de riesgo sísmico alto

Donde  $A_a = A_v = 0.25$



## Norma NRS-10 espectros de diseño

Suelo tipo D (Basado en los valores del número de golpes del ensayo de penetración estándar  $50 > \bar{N} \geq 15$ )

$$A_a = A_v = 0.25g$$

$$F_a = 1.3$$

$$F_v = 1.9$$

$$T_0 = 0.15\text{seg}$$

$$T_c = 0.7\text{seg}$$

$$T_L = 4.56\text{seg}$$

## Espectro elástico de aceleración

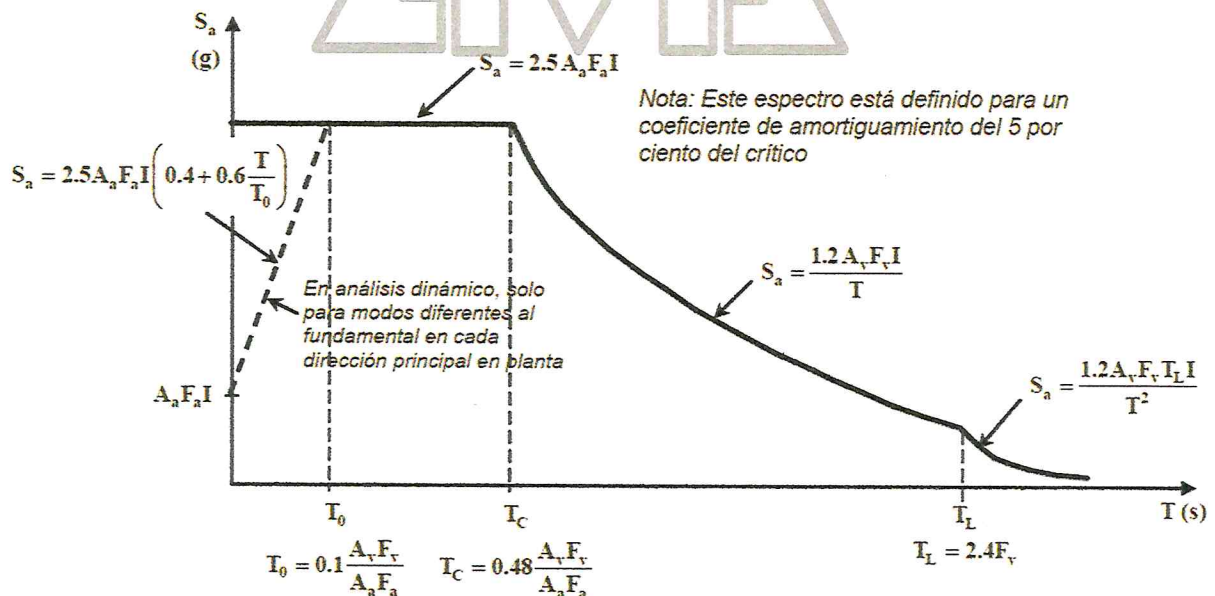
$$* S_a = 2.5 A_a F_a I \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad * S_a = 0.718 I (0.4 + 4.44 T) \quad \text{Para } T < T_0$$

\*(Sólo para modos diferentes al fundamental en cada dirección principal en planta)

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad S_a = 0.718 I \quad \text{Para } T_0 < T < T_c$$

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T} \quad S_a = \frac{0.465 I}{T} \quad \text{Para } T_c < T < T_L$$

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I T_L}{T^2} \quad S_a = \frac{1.729 I}{T^2} \quad \text{Para } T_L < T$$



## Espectro de velocidades

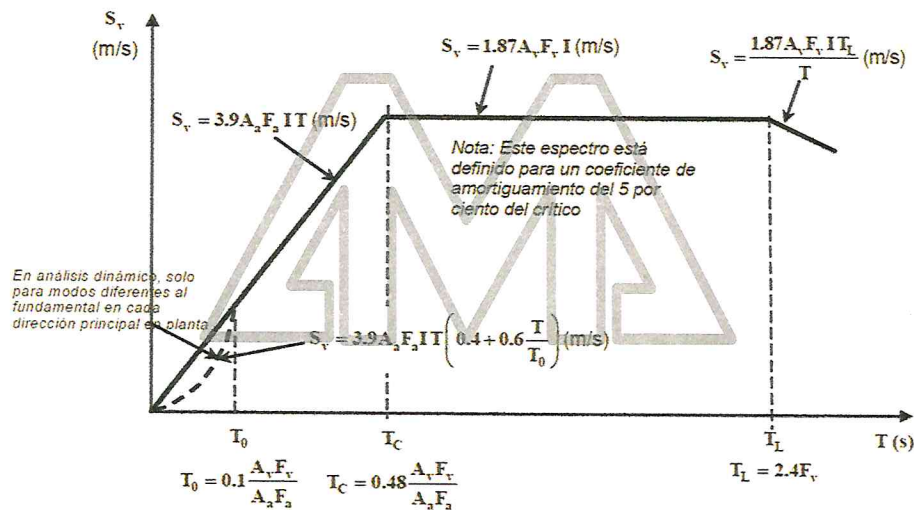
$$* S_v = 3.9 A_a F_a I T \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad * S_v = 1.12 I T (0.4 + 4.44 T) \quad \text{Para } T < T_0$$

\*(Sólo para modos diferentes al fundamental en cada dirección principal en planta)

$$S_v = 3.9 A_a F_a I T \quad S_v = 1.12 I T \quad \text{Para } T_0 < T < T_c$$

$$S_v = 1.87 A_v F_v I \quad S_v = 0.724 I \quad \text{Para } T_c < T < T_L$$

$$S_v = \frac{1.87 A_v F_v I T_L}{T} \quad S_v = \frac{2.69 I}{T} \quad \text{Para } T_L < T$$



## Espectro de desplazamientos

$$* S_d = 0.62 A_a F_a I T^2 \left( 0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right) \quad * S_v = 0.178 I T^2 (0.4 + 4.44 T) \quad \text{Para } T < T_0$$

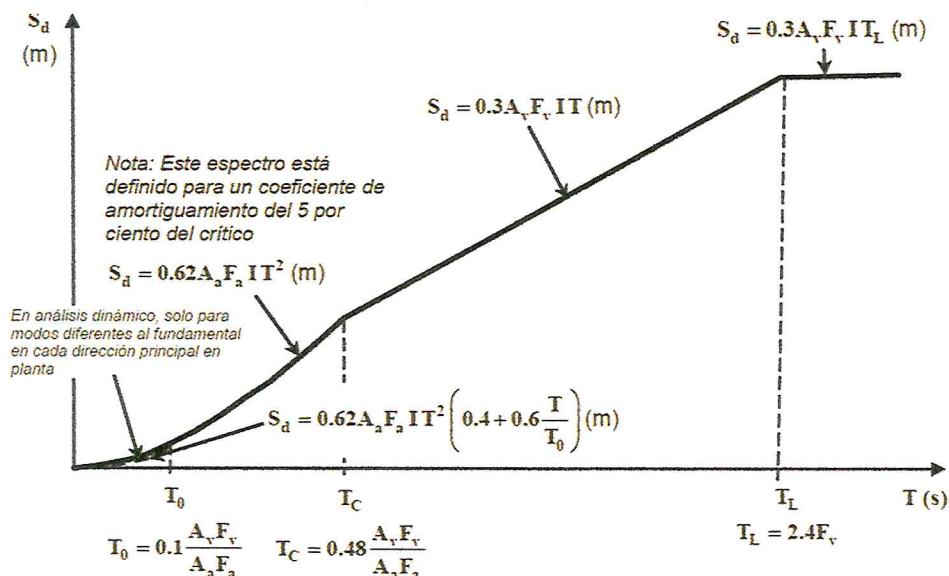
\*(Sólo para modos diferentes al fundamental en cada dirección principal en planta)

$$S_d = 0.62 A_a F_a I T^2 \quad S_d = 0.178 I T^2 \quad \text{Para } T_0 < T < T_c$$

$$S_d = 0.3 A_v F_v I T \quad S_d = 0.11 I T \quad \text{Para } T_c < T < T_L$$

$$S_d = 0.3 A_v F_v I T_L \quad S_d = 0.41 I \quad \text{Para } T_L < T$$





## 7.10. Recomendaciones de construcción

Una vez realizados los cálculos estructurales de la cimentación, se deberá entregar una copia al ingeniero de suelos para su revisión y posibles recomendaciones adicionales que sean pertinentes. Se deberá especificar en los planos: cotas de cimentación, presión aplicada y capacidad admisible del terreno, dimensiones de los elementos etc.

Deberán colocarse referencias visibles y fácilmente identificables amarradas a un BM alejado de la construcción, con localización y niveles conocidos, que permitan así la medición de los asentamientos sufridos durante y después de la construcción. Este registro deberá suministrarse al ingeniero de suelos para llevar un control el cual podrá ser analizado en conjunto con el constructor.

### 7.10.1. Excavaciones en material común

Comprende las labores de remoción de tierra y material común formando zanjas de ancho limitado, por medios manuales con herramientas menores.

Se considera seco el material cuando su humedad natural es inferior a la del límite de adherencia y no hay flujo ni afloramiento de agua dentro de la brecha, ni empozamiento de la misma por esta causa.

Control de aguas lluvias, de infiltración y servidas.

Se debe impedir mientras se haga la excavación que aguas lluvias a de cualquier índole se alojen en esta, para ello se deberá contar con motobomba o cualquier otro sistema que ayude a sacar el agua de la excavación.

#### Protección de las superficies excavadas

La protección y soporte incluirá el suministro y remoción de todos los entibados y acodamientos necesarios así como las instalaciones necesarias para el manejo de aguas superficiales y el suministro y mantenimiento del sistema de drenaje que se requiera para evitar que el agua penetre en las excavaciones.

#### **7.10.2. Excavaciones para pilotes**

Después de tener ubicados los puntos donde se conformaran los pilotes, se procede con la excavación de estos, esta excavación podrá ser manual o con equipos mecánicos dependiendo de la longitud y diámetro del pilote. En caso de que la excavación no logre mantenerse firme, se deberá recubrir las paredes con "bentonita" para dar estabilidad.

En todo momento se debe garantizar la verticalidad de las paredes de la excavación.

Cuando el material excavado vaya a ser usado nuevamente, debe protegerse con plástico para evitar su contaminación o la alteración significativa de su humedad natural.

#### **7.10.3. Acero de refuerzo**

Deberán cumplir con las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 161, 248 y 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

Se requiere de equipo adecuado para el corte de las barras de refuerzo, además, elementos que permitan asegurar correctamente el refuerzo en su posición, así como herramientas menores.

#### Almacenamiento

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.



### 7.11. Otras consideraciones

Los suelos no son licuables ni expansivos.

Si durante la construcción aparecen condiciones diferentes a las aquí expuestas se ruega dar aviso oportuno al Ingeniero de Suelos.

Atentamente,

**LAURA C. PINZÓN GARCÍA**

Ingeniera Civil y de Suelos, M. Ig  
Matrícula 66202-242815 Risaralda

**ALVARO MILLÁN ÁNGEL**

Ingeniero Civil y de Suelos, Ph.D  
Matrícula 014 Risaralda

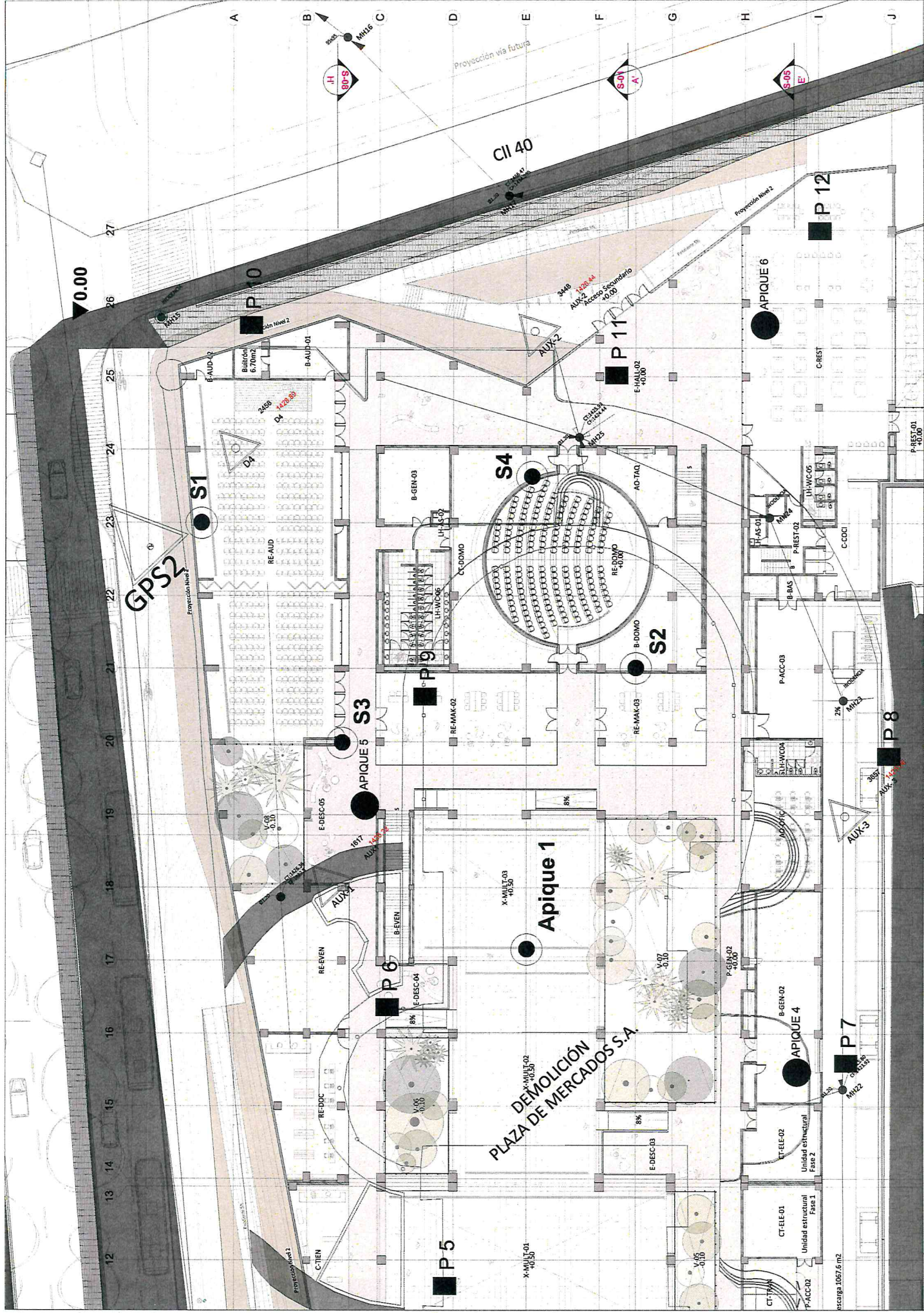






## **8.1. LOCALIZACIÓN DE SONDEOS**





ALVARO MILLAN ANGEL  
INGENIEROS CONSULTORES

CONTIENE: LOCALIZACIÓN DE SONDEOS Y APIQUE  
PROYECTO: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO

ESCALA: 1: 500  
FECHA: JULIO 2021



## **8.2. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS**

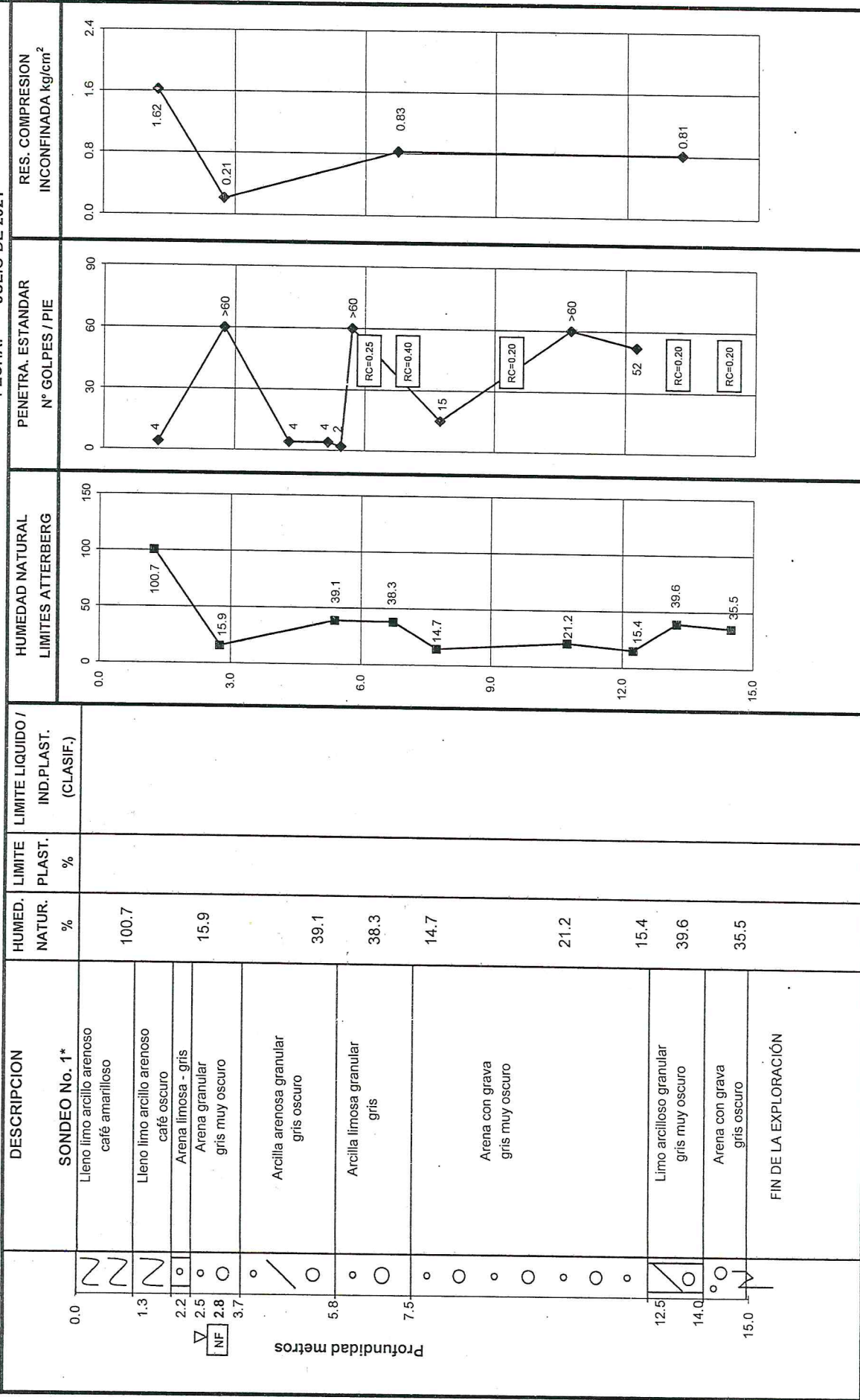




ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S.

OBRAS: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACIÓN: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
SONDEO No: 1\*

FECHA: JULIO DE 2021



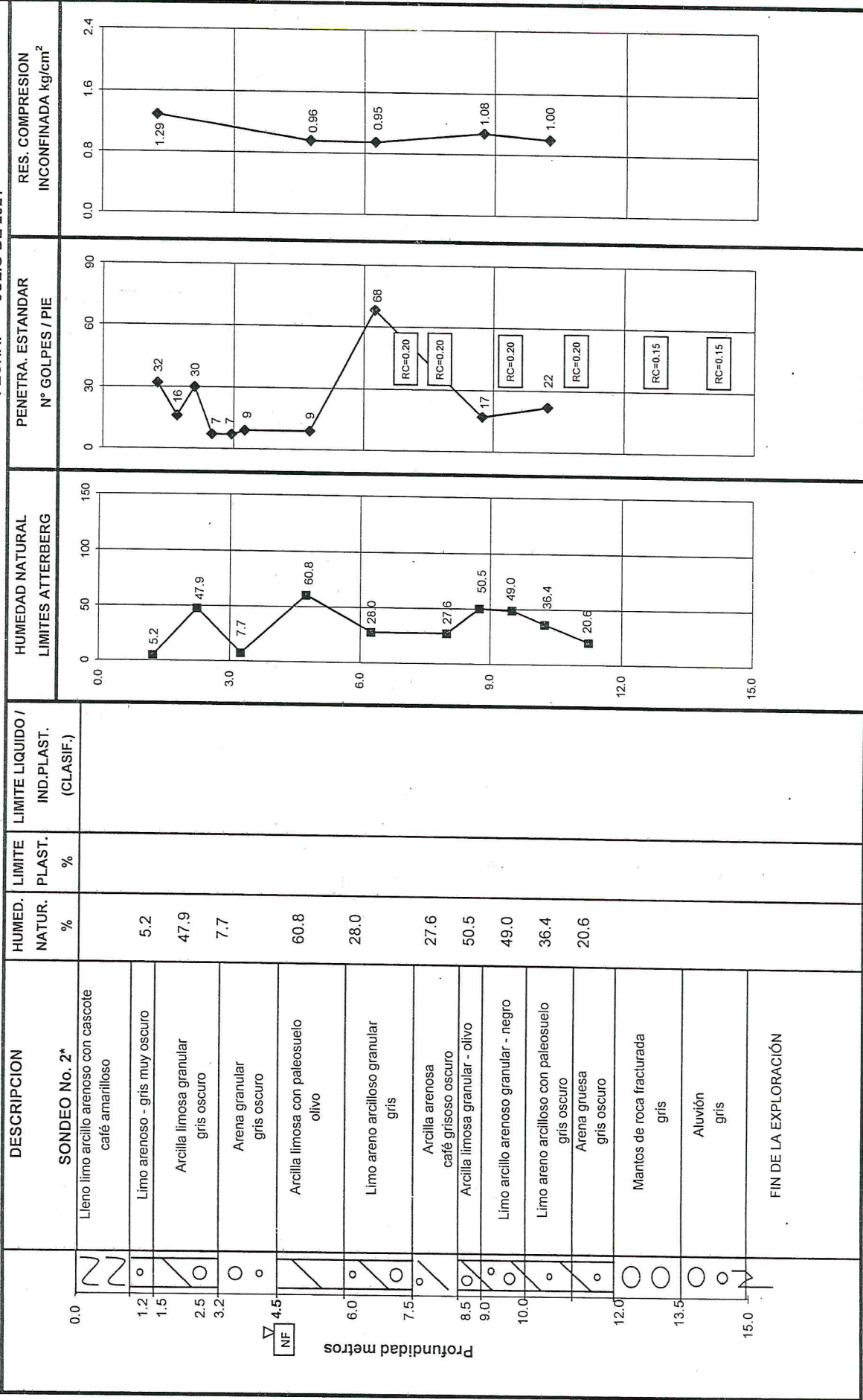




ALVARO MILAN A. Y CIA. S.A.S.

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACIÓN: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
SONDEO No: 2\*

FECHA: JULIO DE 2021





ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S.

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACIÓN: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
SONDEO N°: 3\*

FECHA: JUNIO DE 2021

DESCRIPCIÓN	HUMED. NATUR. %	LÍMITE PLAST. %	LÍMITE LÍQUIDO IND. PLAST. (CLASIFICACIÓN)	HUMEDAD NATURAL LÍMITES ATTERBERG	PENETRACIÓN ESTÁNDAR N° GOLPES / PIE	RES. COMPRESIÓN INCONFINADA Kg/cm <sup>2</sup>
SONDEO No. 3*						
Lleno limo arcilloso arenoso café amarilloso	74.2			74.2	10	1.42
Grava						
FIN DE LA EXPLORACIÓN						

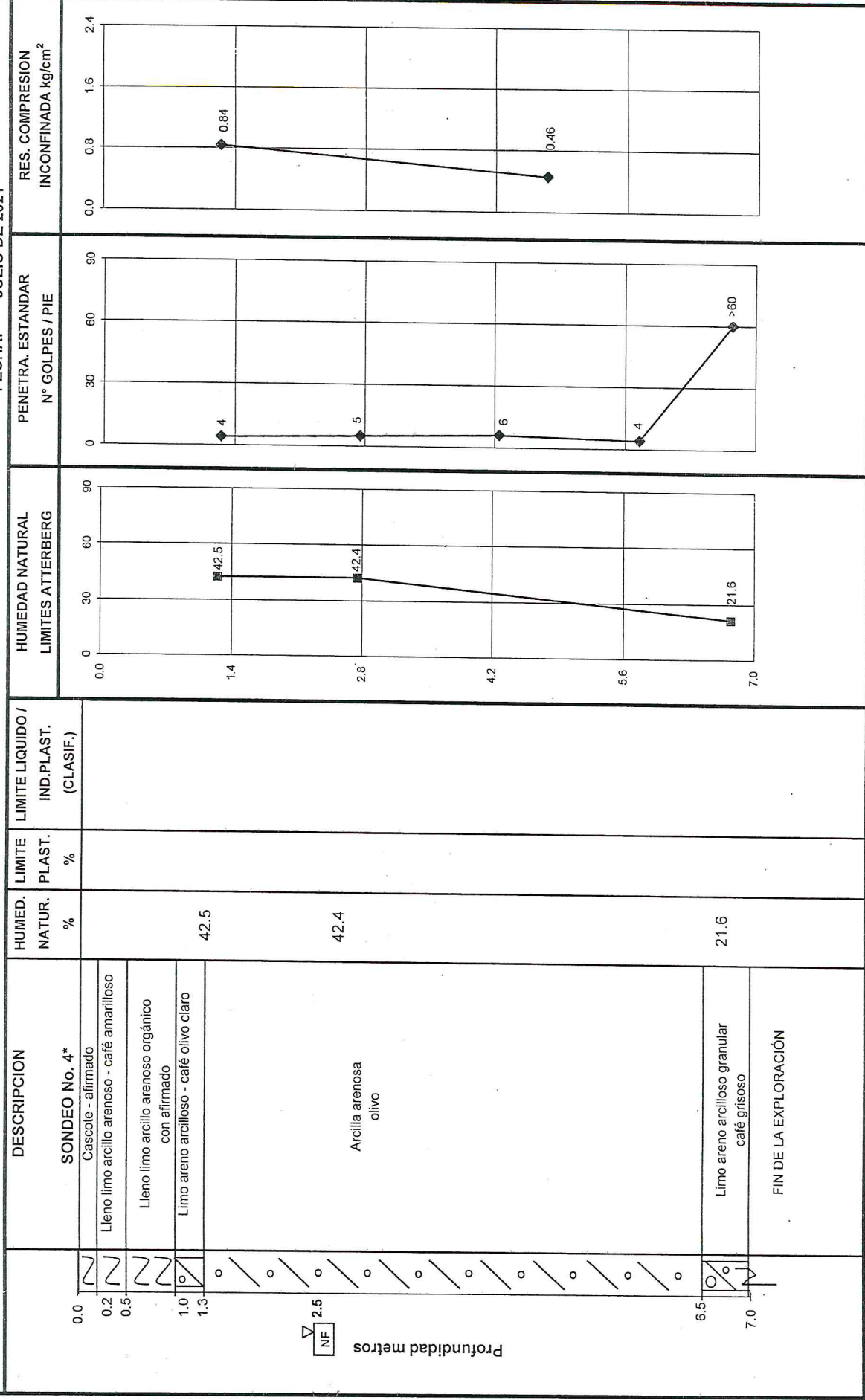




ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S.

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACIÓN: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
SONDEO No: 4\*

FECHA: JULIO DE 2021





ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S.

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACIÓN: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
APIQUE No: 1\*

FECHA: JULIO DE 2021

DESCRIPCION	HUMED. NATUR. %	LIMITE PLAST. %	LIMITE LIQUIDO IND. PLAST. (CLASIFICACION)	HUMEDAD NATURAL LIMITES ATTERBERG	PENETRACION ESTANDAR Nº GOLPES / PIE	RES. COMPRESION INCONFINADA Kg/cm <sup>2</sup>
APIQUE No. 1*						
Lleno limo arcillo arenoso con cascote café amarilloso	0.0 0.5 1.3 2.0					
Lleno limo arcillo arenoso café amarilloso						
Suelo de laguna - grava						
FIN DE LA EXPLORACIÓN NO SE DETECTO NIVEL FREATICO						



### **8.3. CUADRO RESUMEN ENSAYOS DE LABORATORIO**





ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACION: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
JULIO DE 2021

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES POIRIE	RC	RQD	COMPRESION INCONFINADA kg/cm2	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm3	DENSIDAD SECA g/cm3	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	1.00-1.50	4			1.62	5.20	1.52	0.76	100.7	10YR 5/6	Lleno limo arcillo arenoso café amarilloso
1	2	2.50-3.00	>60			0.21	4.20	1.75	1.51	15.9	5Y 3/1	Arena granular gris muy oscuro
1	3	4.00-4.50	4									
1	4	5.00-5.30 5.30-5.60 5.60-5.80	4 2 60							39.1	5Y 4/1	Arcilla arenosa granular gris oscuro
1	5	5.80-6.00		0.25	25.0							Arena con boleas
1	6	6.00-7.50		0.40	26.7					38.3	5Y 5/1	Arcilla limosa granular gris
1	7	7.50-8.00	15							14.7	5Y 3/1	Arena con grava gris muy oscuro
1	8	9.00-10.50		0.20	13.3							Arcilla granular con grava
1	9	10.50-11.00	>60							21.2	5Y 3/1	Arena con grava gris muy oscuro
1	10	12.00-12.50	52							15.4	5Y 3/1	Arena con grava gris muy oscuro

Ana C. Vasquez A.

Jefe de Laboratorio

*Alvaro Millán*

Ingeniero





ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACION: DOSQUEBRADAS, RISARALDA

JULIO DE 2021

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES POUPE	RC	RQD	COMPRESION INCONFINADA kg/cm <sup>2</sup>	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm <sup>3</sup>	DENSIDAD SECA g/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
1	11	12.50-14.00		0.20	13.3					39.6	10YR 3/1	Arcilla limosa granular gris muy oscuro
1	12	14.00-15.00		0.20	20.0					35.5	5Y 3/1	Arena gruesa gris oscuro
2	1	1.00-1.50	32			1.29	4.60	1.86	1.76	5.2	5Y 5/1	Limo arenoso gris muy oscuro
2	2	1.50-1.90	16							47.9	5Y 4/1	Arcilla limosa granular gris oscuro
		1.90-2.30	30									
		2.30-2.70	7									
		2.70-3.00	7									
2	3	3.00-3.50	9							7.7	5Y 4/1	Arena granular gris oscuro
2	4	4.50-5.00	9			0.96	6.20	1.69	1.05	60.8	5Y 5/3	Arcilla limosa con paleosuelo olivo
2	5	6.00-6.50	68			0.95	5.80	2.02	1.57	28.0	5Y 5/1	Limo areno arcilloso granular gris
2	6	6.50-7.50		0.20	20.0							Mantos de roca gris
2	7	7.50-8.50		0.20	20.0					27.6	10YR 4/2	Arcilla arenosa café grisoso oscuro

Ana C. Vásquez A.

Jefe de Laboratorio

Alvaro Millan A.

Ingeniero



ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACIÓN: DOSQUEBRADAS, RISARALDA

JULIO DE 2021

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES POR/PIE	RC	RQD	COMPRESION INCONFINADA kg/cm2	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm3	DENSIDAD SECA g/cm3	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
2	8	8.50-9.00	17			1.08	7.50	1.63	1.08	50.5	5Y 5/3	Arcilla limosa granular olivo
2	9	9.00-10.00		0.20	20.0					49.0	5Y 2.5/1	Limo arcillo arenoso granular negro
2	10	10.00-10.50	22			1.00	7.70	1.91	1.40	36.4	5Y 3/1	Limo areno arcilloso granular con paleosuelo gris oscuro
2	11	10.50-12.00		0.20	13.3					20.6	5Y 3/1	Arena gruesa gris oscuro
2	12	12.00-13.50		0.15	10.0							Mantos de roca fracturada gris
2	13	13.50-15.00		0.15	10.0							Aluvión gris
3	1	1.00-1.50	10			1.42	9.50	1.44	0.83	74.2	10YR 5/4	Lleno limo arcillo arenoso café amarilloso
3	2	2.00-2.10	>60									
4	1	1.00-1.50	4			0.84	13.30	1.66	1.17	42.5	2.5Y 5/4	Limo areno arcilloso café olivo claro
4	2	2.50-3.00	5			0.46	8.90	1.93	1.35	42.4	5Y 5/3	Arcilla arenosa olivo

Ana C. Vasquez A.

Jefe de Laboratorio

*Alvaro Millan A.*

Ingeniero





ALVARO MILLAN A. Y CIA. S.A.S

LABORATORIO DE SUELOS ALVARO MILLAN ANGEL

RESUMEN DE ANALISIS

OBRA: ANTIGUA PLAZA DE MERCADO.  
CLIENTE: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA  
LOCALIZACION: DOSQUEBRADAS, RISARALDA  
JULIO DE 2021

PERF. N°	MUESTRA N°	PROFUNDIDAD m	GOLPES PORPIE	RC	RQD	COMPRESION INCONFINADA kg/cm2	DEFORM. MAXIMA %	DENSIDAD HUMEDA g/cm3	DENSIDAD SECA g/cm3	HUMEDAD NATURAL %	COLOR TABLA MUNSELL	DESCRIPCION DEL SUELO
4	3	4.00-4.50	6									
4	4	5.50-6.00	4									
4	5	6.50-7.00	>60							21.6	10YR 5/2	Limo areno arcilloso granular café grisoso

Ana C. Vásquez A.

Jefe de Laboratorio

*Alvaro Millan A.*

Ingeniero

#### 8.4. MÓDULO Kh





VALORES PARA kh

OBRA: UTP CIBI antiguo Mercados

DESPLANTE: 0

Diámetro (m): 0.30 Abajo

NIVEL FREÁTICO: Si

## TERZAGHI

Sondeos:	Promedio							
Profundidad	Comp.Inconf.	Vr Stiff	d en pulg	alfa/D	unidades	por g	KN/m3 * E4	kh (t/m3)
0.0-2.5	1.23	48.355	0.118110236	409.405667	147800856.3	1448448392	1.448	1448
2.5-4.0	0.34	14.09	0.118110236	119.295333	43067191.92	422058480.9	0.422	422
4.0-5.5	0.96	37.96	0.118110236	321.394667	116027722.2	1137071677	1.137	1137
5.5-7.5	0.95	37.575	0.118110236	318.135	114850939.4	1125539206	1.126	1126
7.5-8.5		1	0.118110236	8.46666667	3056578.561	29954469.9	0.030	30
8.5-10.0	1.08	42.58	0.118110236	360.510667	130149115.1	1275461328	1.275	1275
10.0-11.0	1	39.5	0.118110236	334.433333	120734853.2	1183201561	1.183	1183
11.0-13.0	0.95	37.575	0.118110236	318.135	114850939.4	1125539206	1.126	1126
13.0-14.5	1.07	42.195	0.118110236	357.251	128972332.4	1263928857	1.264	1264
14.5-15.0		1	0.118110236	8.46666667	3056578.561	29954469.9	0.030	30

## DAS

kh = Nh \* z / d

Sondeos:	Promedio							
Profundidad	N (# Golpes)	Nh (t/m3)	Z (m)		kh	KN/m3 * E4	kh (t/m3)	
0.0-2.5	18	132	2.5	Bajo NF	1100	1.100	1100	
2.5-4.0	32.5	260	4	Suelta >2	20	3466.666667	3.467	
4.0-5.5	6.5	35	5.5	Media 4-15	65	641.6666667	0.642	
5.5-7.5	36	170	7.5	Densa >30	170	4250	4.250	
7.5-8.5	37.5	180	8.5		5100	5.100	5100	
8.5-10.0	38.5	200	10	Sobre NF	6666.666667	6.667	6667	
10.0-11.0	41	210	11	Suelta >2	32	7700	7.700	
11.0-13.0	60	250	13	Media 4-15	100	10833.33333	10.833	
13.0-14.5	60	250	14.5	Densa >30	260	12083.33333	12.083	
14.5-15.0	60	250	15		12500	12.500	12500	

## OTRO

E pil (t/m2): 2200000

u: 0.3

Def Unit %

t: 20.4

Sondeos:	Comp.Inconf.	(b) Es/Dp*(1-u2)	© ((Es*D4)/ ((Ep*I))^(1/12))	1.3 * (b) * ©	KN/m3 * E4	kh (t/m3)
0.0-2.5	1.23	180.22	0.527	309	0.309	309
2.5-4.0	0.34	49.82	0.473	123	0.123	123
4.0-5.5	0.96	140.66	0.516	519	0.519	519
5.5-7.5	0.95	139.19	0.516	700	0.700	700
7.5-8.5		0.00	0.000	0	0.000	0
8.5-10.0	1.08	158.24	0.521	1072	1.072	1072
10.0-11.0	1	146.52	0.518	1085	1.085	1085
11.0-13.0	0.95	139.19	0.516	1213	1.213	1213
13.0-14.5	1.07	156.78	0.521	1539	1.539	1539
14.5-15.0		0.00	0.000	0	0.000	0

## PONDERADO 3 MÉTODOS

Diámetro (m): 0.30

## PONDERADO 2 MÉTODOS (1-2)

## Sondeos:

Terreno natural

Profundidad	kh (t/m3)
0.0-2.5	952
2.5-4.0	1337
4.0-5.5	766
5.5-7.5	2025
7.5-8.5	5100
8.5-10.0	3005
10.0-11.0	3323
11.0-13.0	10833
13.0-14.5	12083
14.5-15.0	12500

## **8.5. EMPUJES LATERALES DE TIERRA**





# ANALISIS PSEUDOESTATICO, INCLUYE SISMO Y SOBRECARGA

## CENTRO DE CIENCIAS DE BIODIVERSIDAD

H=3,0m

Con sobrecarga del Edificio

### DATOS DE ENTRADA

Altura del Talud (m)	H	3,00
Peso Unitario (t/m3)	$\gamma$	1,70
Cohesión (t/m3)/2	c	1,80
Ang. Fricción Int (°)	$\phi$	29,0
Angulo del Talud (°)	$\theta$	0,00

SISMO (%g)	0,25
------------	------

SOBRECARGA 1	X inicial	X final
(t/m)	(m)	(m)
4,00	0,00	10,00

SOBRECARGA 2	X inicial	X final
(t/m)	(m)	(m)

### CONVENCIONES RESULTADOS

H'c = Altura crítica de corte Vertical  
Ko = Factor Presión activa sin sobrecarga  
Kt = Factor Presión activa con sobrecarga

Kp = Factor Presión pasiva  
Eo = Empuje activo sin sobrecarga  
Et = Empuje activo con sobrecarga

### CALCULO DE COEFICIENTES DE PRESION DE TIERRAS Y EMPUJES

Kp	2,88
H'c (m)	1,80

Eo (t/m por ml)	1,271
Ko	0,166
Ea total (t/m por ml)	3,791
Kt total	0,496

### RESULTADOS PARA EL DIAGRAMA DE PRESIONES

Es-Eo/H	0,9
V	0,3
Vt	1,2
B	0,7
Bt	1,6
0.3 H	0,9
0.2 H	0,6

### CONVENCION RESULTADOS

H'c Altura crítica del corte Vertical  
Ko Factor de Presión activa sin sobrecarga  
Kt Factor de Presión activa con Sobrecarga  
Kp Factor de presión Pasiva  
Eo Empuje activo sin sobrecarga  
Et Empuje activo con sobrecarga

# ANALISIS PSEUDOESTATICO, INCLUYE SISMO Y SOBRECARGA

## CENTRO DE CIENCIAS DE BIODIVERSIDAD

H=3,0m

Con sobrearga de la vía

### DATOS DE ENTRADA

Altura del Talud (m)	H	3,00
Peso Unitario (t/m3)	$\gamma$	1,70
Cohesión (t/m3)/2	c	1,80
Ang. Fricción Int (°)	$\phi$	29,0
Angulo del Talud (°)	$\theta$	0,00

SISMO (%g)	0,25
------------	------

SOBRECARGA 1 (t/m)	X inicial (m)	X final (m)
2,00	0,00	10,00

SOBRECARGA 2 (t/m)	X inicial (m)	X final (m)

### CONVENCIONES RESULTADOS

H'c = Altura crítica de corte Vertical

Ko = Factor Presión activa sin sobrecarga

Kt = Factor Presión activa con sobrecarga

### CALCULO DE COEFICIENTES DE PRESION DE TIERRAS Y EMPUJES

Kp	2,88
H'c (m)	1,80

Eo (t/m por ml)	1,271
Ko	0,166
Ea total (t/m por ml)	2,529
Kt total	0,331

### CONVENCION RESULTADOS

H'c Altura crítica del corte Vertical

Ko Factor de Presión activa sin sobrecarga

Kt Factor de Presión activa con Sobrecarga

Kp Factor de presión Pasiva

Eo Empuje activo sin sobrecarga

Et Empuje activo con sobrecarga

Kp = Factor Presión pasiva

Eo = Empuje activo sin sobrecarga

Et= Empuje activo con sobrecarga

### RESULTADOS PARA EL DIAGRAMA DE PRESIONES

Es-Eo/H	0,5
V	0,3
Vt	0,8
B	0,7
Bt	1,2
0.3 H	0,9
0.2 H	0,6



# ANALISIS PSEUDOESTATICO, INCLUYE SISMO Y SOBRECARGA

## CENTRO DE CIENCIAS DE BIODIVERSIDAD

H=4,0m

Con sobrecarga del Edificio

### DATOS DE ENTRADA

Altura del Talud (m)	H	4,00
Peso Unitario (t/m3)	$\gamma$	1,70
Cohesión (t/m3)/2	c	1,80
Ang. Fricción Int (°)	$\phi$	29,0
Angulo del Talud (°)	$\theta$	0,00

SISMO (%g)	0,25
------------	------

SOBRECARGA 1	X inicial	X final
(t/m)	(m)	(m)
4,00	0,00	10,00

SOBRECARGA 2	X inicial	X final
(t/m)	(m)	(m)

### CONVENCIONES RESULTADOS

H'c = Altura crítica de corte Vertical

Ko = Factor Presión activa sin sobrecarga

Kt = Factor Presión activa con sobrecarga

Kp = Factor Presión pasiva

Eo = Empuje activo sin sobrecarga

Et= Empuje activo con sobrecarga

### CALCULO DE COEFICIENTES DE PRESION DE TIERRAS Y EMPUJES

Kp	2,88
H'c (m)	1,80

Eo (t/m por ml)	3,306
Ko	0,243
Ea total (t/m por ml)	7,926
Kt total	0,583

### RESULTADOS PARA EL DIAGRAMA DE PRESIONES

Es-Eo/H	1,2
V	0,6
Vt	1,8
B	1,4
Bt	2,6
0.3 H	1,2
0.2 H	0,8

### CONVENCION RESULTADOS

H'c Altura crítica del corte Vertical

Ko Factor de Presión activa sin sobrecarga

Kt Factor de Presión activa con Sobrecarga

Kp Factor de presión Pasiva

Eo Empuje activo sin sobrecarga

Et Empuje activo con sobrecarga

## **8.6. REGISTRO FOTOGRÁFICO**



**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**CENTRO DE CIENCIAS DE BIODIVERSIDAD DE DOSQUEBRADAS  
DOSQUEBRADAS-RISARALDA  
SONDEO 1**





**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

**CENTRO DE CIENCIAS DE BIODIVERSIDAD DE DOSQUEBRADAS  
DOSQUEBRADAS-RISARALDA**

**SONDEO 3**



**SONDEO 4**

