



República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA

Ley 70 / 79

CERTIFICADO DE VIGENCIA No: 312405/2022

EL DIRECTOR EJECUTIVO DEL CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFÍA

HACE CONSTAR

Que el(la) Señor(a) **LUIS NORBERTO GIRALDO VALENCIA** , identificado(a) con cédula de ciudadanía **No. 15508928** , se encuentra inscrito(a) en el Registro Único de Topógrafos RUTOPO del CPNT como **TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA** de la Institución de Educación Superior **SENA** , bajo la Licencia Profesional **No. 01-11639** con fecha de expedición del **29 de Junio de 2006.**

Que el(la) Señor(a) **LUIS NORBERTO GIRALDO VALENCIA**, tiene vigente su Licencia Profesional No. **01-11639** y a la fecha **NO REGISTRA ANTECEDENTES DISCIPLINARIOS** , que lo (la) inhabiliten en el ejercicio de su profesión.

Dada en Bogotá, D.C. a los **23 días del mes de Junio de 2022.**

LUIS ALEJANDRO ZAFRA JARAMILLO
Director Ejecutivo

***Firma del profesional**

*La firma del profesional es requerida para comprobar la anuencia de su participación en procesos contractuales. La falta de la firma del profesional NO invalida el certificado.

Notas 1- El anterior certificado no suple la Licencia Profesional para ejercer un cargo.
2- La validez del documento se puede verificar en la página web www.cpnt.gov.co a través del número de certificado de Vigencia.
3- Este certificado digital tiene plena validez de conformidad con lo establecido en el Art. 2 de la Ley 527 de 1999, decreto 1747 de 2000 y Art. 6 Parágrafo 3 de la Ley 962 de 2005.

INSOLTOP

INGENIERÍA Y SOLUCIONES TOPOGRÁFICAS
Nit. 900.774.364-1

CERTIFICADO DE CALIBRACION
ESTACION TOTAL Nº IST-2616

Fecha de Expedición: 21-may.-2022

Recomendamos calibrar: 21-nov.-2022

DATOS DEL CLIENTE

Nom/Cliente:	GIRALTOP S.A.S	Nit:	900659690-6	CIUDAD	COPACABANA
Dirección:	CLL 39 N° 50A 06	TELEFONO			(4) 4011340 312211940

DATOS DEL INSTRUMENTO

Tipo de Equipo:	ESTACION TOTAL	Marca:	TOPCON	Referencia:	ES105	Serie:	GZ2367
Precisión Ang:	5 SEG	Precisión en distancia:		+/-2MM+2PPM	Aproximación en distancia:		1 MM

1 (A) Perfecto estado de funcionamiento
2 (B) se efectuó mantenimiento preventivo (correctivo)

Nivel circular	A
Nivel tubular	B
Base nivelante	A
Tornillo de fijación Horiz	A
Tornillo de fijación Vert	A
Display y funciones	A
Sistema de compensador elect X, Y	B
Sistema de enfoque, lentes	A
Colimación horizontal, vertical	A
Verticalidad	A

3 (C) se efectuó mantenimiento correctivo (Reparación o cambio)
4 (N/A) No revisado por tanto no aplica

Plomada Óptica	N/A
Plomada laser	A
Eje horizontal	A
Cargador	A
Baterías	A
Prisma con porta prisma	N/A
Ojo de pollo del bastón	N/A
Sistema EDM	A
Constante del prisma	-30
Constante de PPM	49.7

INSOLTOP S.A.S Certifica que el equipo fue sometido al proceso de confirmación metrológica, calibrado y ajustando según lo establecido en manuales de usuarios y reparación expedidos por el fabricante, y teniendo como base fundamentada los procedimientos establecidos para verificación en campo según la norma 17123 y sus 8 numerales. el propietario debe hacer sus respectivos chequeos antes de iniciar cualquier trabajo.

MEDIDAS DE ENTRADA

INSPECCION ANGULO HORIZONTAL

	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	00°00'00	180°00'12	00°00'12	180°00'00	00°00'05	00°00'07

INSPECCION ANGULO VERTICAL

	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviacion	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	90°00'00	270°00'15	00°00'15	360°00'00	00°00'05	00°00'10

INSPECCION EN DISTANCIA

	Lectura Directa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	12,732	0,002	12,730	0,001	0,001

MEDIDAS DE SALIDA

INSPECCION ANGULO HORIZONTAL

	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	00°00'00	180°00'00	00°00'00	180°00'00	00°00'05	00°00'00

INSPECCION ANGULO VERTICAL

	Lectura Directa	Lectura inversa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	90°00'00	270°00'00	00°00'00	360°00'00	00°00'05	00°00'00

INSPECCION EN DISTANCIA

	Lectura Directa	Desviación	Nominal	Tolerancia	Diferencia
Lecturas	12,730	0,000	12,730	0,001	0,000

CONDICIONES AMBIENTALES

Temperatura			
23	Grados	640	mmHg

"Este certificado no atribuye al equipo otras caracteristicas que las mostradas por los datos aqui contenidos"
"insoltop S.A.S no acredita en esta certificación propiedad del instrumento descrito"
PATRON UTILIZADO, COLIMADOR MODELO W430-3 SERIE N° 1167, NIVEL WILD N2 148892
PRECISION (+/-2.0MM KM2) 2SX

BRUNO DANIEL CUEVAS RIVERA
Técnico Especializado

Ahora puedes verificar la vigencia de tu certificado con lector de codigo QR

Cra. 79D #44-25
Medellin, Antioquia, Colombia
604 590 1050
311 364 9352
319 268 6159



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 15.508.928
GIRALDO VALENCIA

APELLIDOS
LUIS NORBERTO

NOMBRES
Norberto Giraldo V

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 22-JUN-1970
ARGELIA
(ANTIOQUIA)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.60 ESTATURA
O+ G.S. RH
M SEXO

31-AGO-1988 COPACABANA
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

INDICE DERECHO

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SANCHEZ TORRES

A-0100150-00134076-M-0015608928-20081206 0007543503A 1 7010037008

República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre: LUIS NORBERTO GIRALDO VALENCIA

Cédula: 15.508.928

Licencia Profesional No.: 01-11639

Resolución 02-1640 - 29/06/2006

TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA

SENA - MEDELLIN



Esta tarjeta forma parte integral de la Licencia Profesional
Junto con la Resolucion Motivada y el Certificado de Vigencia

la documentacion integral acredita al titular para ejercer la profesion de TOPOGRAFO en la Republica de Colombia de acuerdo a la Ley 70 de 1979 y el Decreto Reglamentario 690 de 1981

LUIS OCTAVIO MOLANO SANCHEZ
PRESIDENTE

OMAR FRANCISCO PEÑA SILVA
SECRETARIO (E)

Para cualquier informacion comunicarse con el Consejo Profesional Nacional de Topografia Email info@cpnt.org calle 33 No 7-27 Of 502 Tel 2881490

Medellín, 06 de agosto de 2022

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD TOPOGRAFIA

Yo, **LUIS NORBERTO GIRALDO VALENCIA**, identificado con cédula de ciudadanía No 15.508.928, de profesión Tecnólogo en topografía con LP 01-11639, con más de 15 años de experiencia de ejercicio profesional de la Topografía, por medio del presente documento declaro que asumo toda responsabilidad referente a los Estudios del levantamiento topográfico para la ejecución del proyecto **"INSTITUCION EDUCATIVA SAN ANTONIO Y JARDIN INFANTIL CAPERUCITA ROJA, MUNICIPIO DE JARDIN"**, realizado en el año 2022 Para constancia de lo anterior, se firma en la ciudad de Medellín, 06 de agosto de 2022.

NORBERTO GIRALDO V
TOPOGRAFO
L.P. No. 01-11639
Norberto Giraldo V

LUIS NORBERTO GIRALDO VALENCIA
Tecnólogo en topografía
LP 01-11639



República de Colombia

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE TOPOGRAFIA

Nombre: LUIS NORBERTO GIRALDO VALENCIA

Cédula: 15.508.928

Licencia Profesional No. 01-11639

Resolución 02-1640 - 29/06/2006

TECNÓLOGO EN TOPOGRAFÍA

SENA - MEDELLIN



Esta tarjeta forma parte integral de la Licencia Profesional
Junto con la Resolución Motivada y el Certificado de Vigencia
la documentacion integral acredita al titular para ejercer la profesion
de TOPOGRAFO en la República de Colombia de acuerdo a la
Ley 70 de 1979 y el Decreto Reglamentario 690 de 1981

LUIS OCTAVIO MOLANO SANCHEZ
PRESIDENTE

OMAR FRANCISCO PATIÑO SILVA
SECRETARIO (E)

Para cualquier informacion comunicarse con el Consejo Profesional Nacional
de Topografia Email:info@cpnt.org.calle 33 No 7-27 Of 502 Tel 2881480

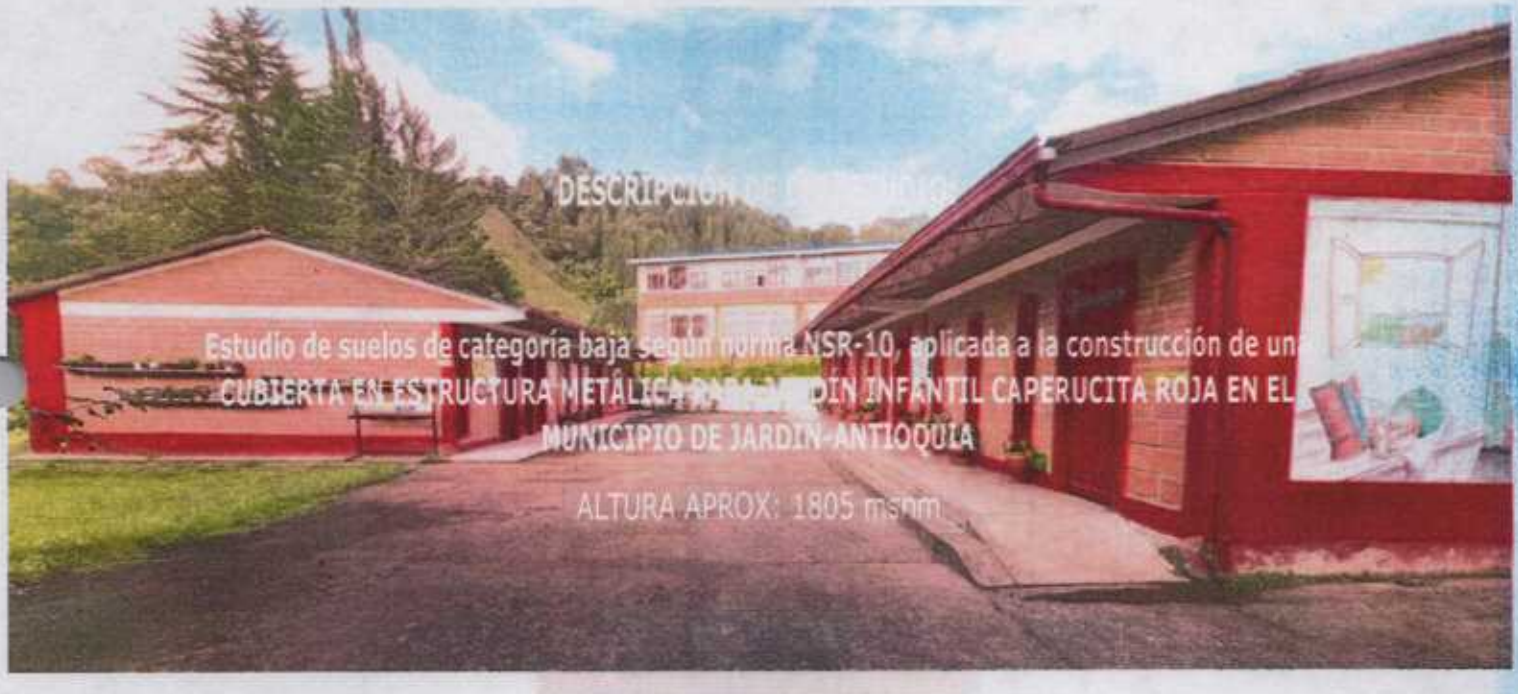
ESTUDIO GEOTÉCNICO

RECONOCIMIENTO, INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO, ANÁLISIS Y RECOMENDACIONES DE INGENIERÍA.

DIRIGIDO A:

HERNANDO GONZÁLEZ HENAO

ING. CIVIL- ESP. EN INGENIERIA DE SISMORESISTENTE
MP 30615 ANT



INFORME ELABORADO POR:

. Carmen Isabel Aldana Benavides

Especialista en Mecánica de suelos y cimentaciones universidad EAFIT.

JARDÍN-ANTIOQUIA, AGOSTO DE 2022

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 3
GENERALIDADES 4
Objetivo general 4
Objetivos específicos 4
Metodología 5
Alcance del estudio 5
Localización de la zona de estudio 6
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA GENERAL 8
EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO 10
PERFIL GEOTÉCNICO Y PARÁMETROS DEL SUELO 18
Resistencia del suelo a la penetración normal – SPT 20
Parámetros geotécnicos 22
PERFIL DE DISEÑO SISMORESISTENTE 23
EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE CONDICIONES ESPECIALES 25
Licuación 25
Metodología del análisis del potencial de licuación 25
Evaluación de suelos expansibles 28
EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y DEFORMACIONES PARA LA CIMENTACIÓN 29
Capacidad de carga cimentación superficial 29
Asentamientos cimentación superficial 31
Recomendación de cimentación y esquema ilustrativo 33
Esquema ilustrativo de cimentación 33
Módulo de reacción (ks) 34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 36

INTRODUCCIÓN

En la zona urbana del municipio de Jardín (Antioquia), se proyecta la CONSTRUCCIÓN DE UNA CUBIERTA METÁLICA PARA EL JARDIN INFANTIL CAPERUCITA ROJA , por lo que se generó la necesidad de realizar una investigación geotécnica en el área sobre la cual se construirá, con el fin de obtener toda la información posible sobre las características geotécnicas que permitan la identificación del subsuelo y posteriores recomendaciones acerca del sistema de cimentación más adecuado que garantice estabilidad y seguridad al proyecto.

El presente informe contiene los resultados de los ensayos de campo y laboratorio realizados para la caracterización geotécnica del suelo de fundación. El estudio comprende la evaluación general del terreno en aspectos geotécnicos, la exploración del subsuelo mediante cuatro (4) sondeos en la zona de interés, esto se realizó a través de perforación manual y la implementación del ensayo de penetración estándar cada metro de acuerdo con la Norma ASTM D1586 – 67, teniendo en cuenta una distribución adecuada de los sondeos dentro del área de estudio.

A partir de la exploración y muestreo se realiza la caracterización geotécnica de los materiales del subsuelo para determinar sus propiedades físico – mecánicas, con lo cual se realiza la elección de las cimentaciones existentes, y la capacidad portante admisible y los asentamientos máximos esperados de acuerdo con las cargas máximas estimadas para este proyecto.

El estudio se ha realizado, con el objetivo de obtener conclusiones sobre todos los aspectos geotécnicos, puedan afectar al proyecto y construcción de la cubierta, básicamente características geológicas y geotécnicas del terreno en el emplazamiento, tipo de cimentación más apropiada, profundidad de la cimentación, presiones admisibles, asientos previsibles, impermeabilización, etc.

GENERALIDADES

Objetivo general

Conocer las características y propiedades del subsuelo del lote donde se llevará a cabo el proyecto, con el fin de recomendar el diseño de una cimentación apropiada y recomendaciones generales, que cumpla con los requerimientos de la norma, las condiciones de carga de la estructura y lo evidenciado en la exploración geotécnica.

Objetivos específicos

- ✓ Realizar visita de campo y la exploración geotécnica para obtener muestras alteradas e inalteradas para determinar las propiedades físico-mecánicas que rigen el suelo e identificar las condiciones de frontera que limitan el diseño de la cimentación.
- ✓ Levantar el perfil estratigráfico tipo terreno en el área de estudio, mediante la información suministrada por los sondeos y la ejecución de un programa de ensayos de laboratorio. Llevar a cabo la metodología descrita en la NSR – 10 para la obtención del Perfil de Suelo aplicando las ecuaciones del capítulo A.2.4.
- ✓ Analizar y extraer información importante de los ensayos de laboratorio y de campo.
- ✓ Verificar la capacidad de soporte del suelo para la estructura propuesta haciendo un adecuado uso de los factores de seguridad directos e indirectos descritos en el reglamento NSR – 10, Tablas H.2.4-1 y H.4.7-1.
- ✓ Estimar los posibles asentamientos que sufrirá el sistema cimentación-estructura.
- ✓ Presentar la recomendación de la cimentación óptima en términos de diseño, estabilidad y construcción en el área donde se proyecta la construcción.
- ✓ Presentar recomendaciones generales del área restante según lo observado.
- ✓ Elaborar recomendaciones generales que sean necesarias para el proceso de diseño y construcción.

Métodología

El presente estudio de suelos se establece siguiendo los procedimientos reglamentados por la norma NSR 10 y la Norma Técnica Colombiana para clasificación de Suelos.

Dentro de los ensayos geotécnicos se realizaron pruebas *in situ* y a nivel de laboratorio para de esa manera determinar las principales características del subsuelo de la zona de estudio. Para este proceso se reconocen los siguientes pasos.

Reconocimiento del terreno

- ✓ Recopilación y revisión bibliográfica de otros estudios del municipio
- ✓ Trabajo de campo(Sondeos)
- ✓ Trabajo de laboratorio
- ✓ Análisis de geotecnia y resultados

Alcance del estudio

La exploración realizada en campo junto con el programa de ensayos a nivel de laboratorio efectuado a las muestras extraídas, permitirán establecer los parámetros índices del suelo de fundación de las estructuras (Ensayos de clasificación, entre otros).

Para la estimación de los parámetros ángulo de fricción interna (Φ) y cohesión (C) se adelantarán ensayos de SPT y con base en el registro de golpes por pie de penetración se sacarán las correlaciones necesarias para determinar estas dos variables.

Localización de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra localizada en el municipio de Jardín Antioquia.



Ilustración 1. Localización del municipio de Jardín en el Departamento de Antioquia. Tomado de: Wikipedia.



Ilustración 2. Imagen satelital área de estudio (tridimensional). Tomado de: Google Earth 2022.



Ilustración 3. Localización área Tomado de: Google Maps 2022.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA GENERAL

En el municipio de Jardín se pueden encontrar rocas sedimentarias correspondientes a:

- **Formación Combia**

Dicho nombre fue dado por Grosse (1926) a un conjunto de rocas volcánicas de ambiente subaéreo y volcano-elásticas de ambiente continental, de edad Terciaria Superior, que afloran al este y oeste del río Cauca. desde unos 20 Km al sur de La ciudad de Medellín.

Esta unidad está compuesta por flujos de lava basáltica, rocas piroclásticas de composición intermedia y rocas sedimentarias de ambiente continental. Dada su variabilidad litológica se ha dividido para su descripción en dos miembros diferentes, uno volcánico y otro sedimentario, separación que no aparece en el mapa. (INGEOMINAS, 1980)

- **Depósitos fluviales**

Son aquellos formados a expensas de las aguas corrientes superficiales, bien estén encauzadas o discurran libremente. Los principales depósitos de esta naturaleza en el área con aluviones, coluviones, terrazas, taludes y abanicos aluviales. En el municipio de Jardín se pueden distinguir:

- Aluviones y Terrazas: Las terrazas por ser la base parcial de asentamientos humano, son aquellas sobre las cual está construidas la cabecera del municipio.

- Coluviones: Son aquellos depósitos formados en las laderas a expensas de los materiales arrancados a las mismas por la erosión de los agentes atmosféricos y transportados por las aguas lluvias hasta alguna pequeña depresión o rellano de estas donde pueden ser depositados. Su ocurrencia en el área es local y en extensiones muy reducidas por lo cual no aparecen cartografiados. Al norte de Jardín existen varios depósitos de pie de monte, de escasa pendiente denominados glacis. (INGEOMINAS, 1980)

Por otro lado, en cuanto a rocas ígneas se tienen las siguientes unidades:

- **Formación Barroso**

Con este nombre se designa la secuencia volcánica de ambiente submarino profundo a somero que aflora al oeste del río Cauca. Dicho nombre fue utilizado por Alvarez y González (1978) para describir una secuencia volcánica, con la misma posición respecto al río Cauca, más al norte de esta área.

Esta unidad se presenta en el área en diversos puntos, danto la impresión de ser una Formación muy potente que no aflora en superficie dada la extensa cobertura volcánica de naturaleza piroclástica (Formación Combia) que cubre el área. Entre sus principales manifestaciones se encuentra Un cuerpo de forma alargada que aflora al suroeste de la población de Jardín a través de una longitud de 12 kilómetros y uno amplitud de 3 a 4 km.

- **Formación Combia**

Miembro volcánico.Se compone esencialmente de flujos de lava y rocas piroclásticas. Los flujos de lava son de composición básica, rinciplamente son basaltos feldespáticos de color oscuro, afanitícas o porfiritícas, vesículares o amigdaloides, con vesículas rellenas de calcedonita, muy frescos, diaclasdos, exhibiendo localmente bloques redondeados producto de la meteorización esferoidal y a veces estructuras cólumnares, su afloramiento se presentan sobre la carretera de Jardín – Ríosucio.

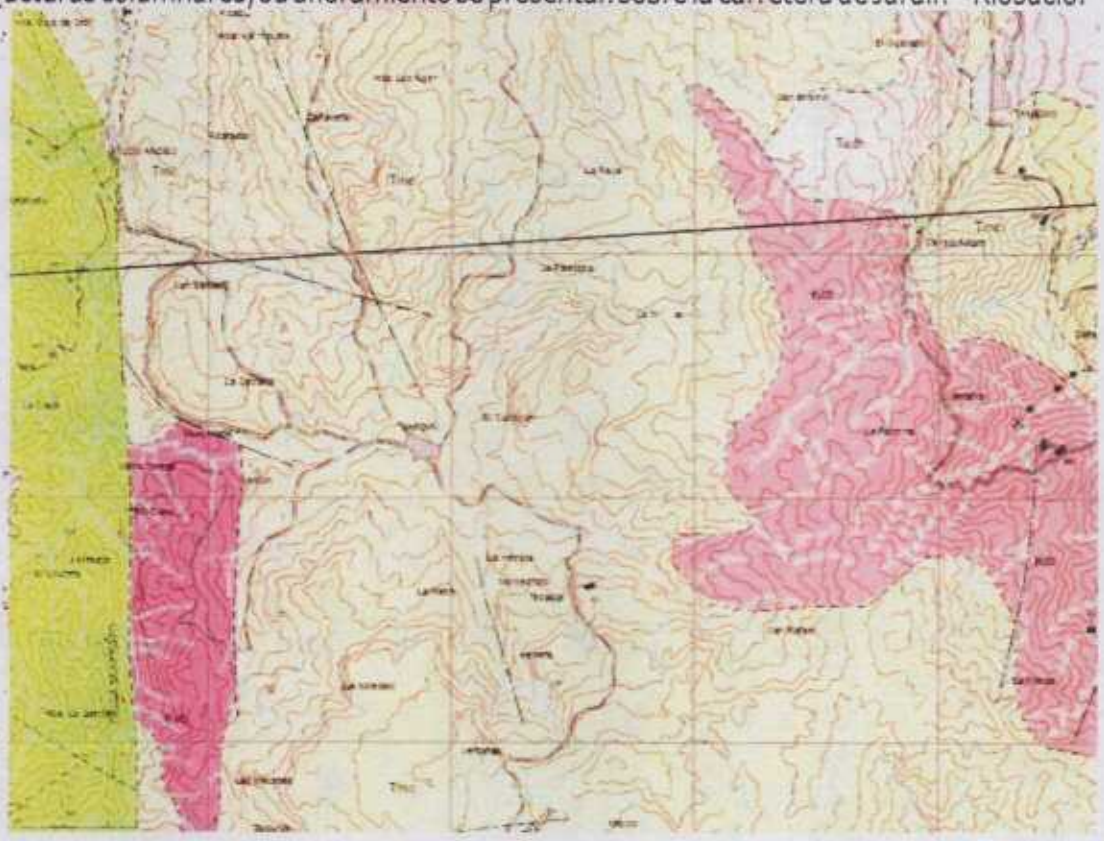


Ilustración 4. Geología general zona de estudio. Tomado de: INGEOMINAS. 2012

EXPLORACIÓN DE CAMPO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Después de hacer un reconocimiento de la superficie del terreno, se desarrolló un programa de exploración del subsuelo por medio de cuatro (04) sondeos, de los cuales todos presentaron rechazo antes de profundizar hasta los 6 m (Ver apartado H.3.2.5 título H, NSR-10).

Características de perforación y equipo

Perforación N.º	1	Cliente: HERNANDO GONZALEZ	Método de avance	Percusión: hinca tipo A. Muestreador de tubo partido ESTANDAR de diámetro 50.8 mm	
Cota de inicio		1605 msnm	Peso del martillo (kg)	63.5	Altura de caída (m) 0.76

Prof. (m)	Prof. evaluada (m)	Estratigrafía: Aspecto	Estratigrafía: Clasificación U.S.C.S	Humedad (%)	Golpes	*N de campo
0.15	0.3		A Suelo color café claro con materia Orgánica vegetal	98.9	ZONA-APIQUE	
0.3						
0.45						
1.15	1.3		B Limo color Oro Pardo	62.9	1 2 2	4
1.3						
1.45						
2.15	2.3		B Limo color Oro Pardo Caracteristicas identicas a la muestra anterior	67.5	5 6 5	11
2.3						
2.45						
3.15	3.3		C Limo color Oro Pardo Y GRIS CLARO	65.6	7 10 10	20
3.3						
3.45						
4.15	4.3		H Suelo color Naranja	58.4	10 11 11	22
4.3						
4.45						
5.15	5.3		I Limo color Gris	54.1	14 14 15	29
5.3						
5.45						
6.15	6.3					
6.3						
6.45						

GRAFICO PROFUNDIDAD VS N CAMPO



OBSERVACIONES: A 5.80 no se observa avance del toma muestras durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo. Numeral 6.2.3 (Norma Invias E-111-2013). Suelo asimilable a Aglomerados rocosos Norma NSR 10 Numeral H.3.2.5 (d)

Nivel freatico de suelo a 4.40 m Prof.

Elaboró	Revisó	Aprobó
Francy Salazar Ramirez Auxiliar de laboratorio	Alejandro Lopez Jefe de laboratorio	Ing. Jose Norberto Ramirez Jefe de calculo

Ilustración 5. Perfil estratigráfico sondeo 1.

Características de perforación y equipo.

Perforación N.º:	2	Cliente: HERNANDO GONZALES HENAO	Método de avance:	Percusión, hinca tipo A, Muestreador de tubo partido ESTANDAR de diámetro **50,8 mm**	
Cota de Inicio		1805 msnm	Peso del martillo (kg)	63,5	Altura de caída (m) 0,76

Prof. (m)	Prof. evaluada (m)	Estratigrafía: Aspecto	Estratigrafía: Clasificación U.S.C.S	Humedad (%)	Golpes	*N de campo	GRAFICO PROFUNDIDAD VS N CAMPO
0,15	0,3		F Limo Color color Amarillo	30,6 / 22,4 / 0,3 67,4	ZONA-APIQUE		
0,3							
0,45							
1,15	1,3		F Suelo color Café con algunas gravas	32,4 / 23,7 / 9,66 81,9	4 4 4	8	
1,3							
1,45							
2,15	2,3		F Características idénticas a la muestra anterior	30,7 / 22,3 / 10,6 71,2	6 6 7	13	
2,3							
2,45							
3,15	3,3						
3,3							
3,45							
4,15	4,3						
4,3							
4,45							
5,15	5,3						
5,3							
5,45							
6,15	6,3						
6,3							
6,45							

OBSERVACIONES: *A 3,05 no se observa avance del toma muestras durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo. Numeral 6.2.3 (Norma Invías E-111-2013), Suelo asimilable a Aglomerados rocosos Norma NSR 10 Numeral H.3.2.5 (d)

***Placa de concreto entre 0,00 y 0,10 m**

Elaboró	Revisó	Aprobó
Francy Salazar Ramírez Auxiliar de laboratorio	Alejandro López Jefe de Laboratorio	Ing. José Norberto Ramírez Jefe de calidad

Ilustración 6. Perfil estratigráfico sondeo 2.

Características de perforación y equipo.

Perforación N.°:	3	Cliente: HERNANDO GONZALEZ		Método de avance:	Percusión, hinca tipo A, Muestreador de tubo partido ESTANDAR de diámetro **50,8 mm**		
Cota de inicio		805 msnm		Peso del martillo (kg)	63,5	Altura de caída (m)	0,76

Prof. (m)	Prof. evaluada (m)	Estratigrafía: Aspecto	Estratigrafía: Clasificación U.S.C.S	Humedad (%)	Golpes	*N de campo
0,15	0,3				ZONA-APIQUE	
0,3						
0,45						
1,15	1,3		B Limo color Oro Perlado	30,2 22,1 10,3 76,4	3 3 2	5
1,3						
1,45						
2,15	2,3		B Limo color Oro Perlado Caracteristicas idénticas a la muestra anterior	30,2 22,6 9,47 57,8	3 5 4	9
2,3						
2,45						
3,15	3,3		D Suelo color Marron Claro	31,2 23,8 9,65 52,0	7 8 7	15
3,3						
3,45						
4,15	4,3		G Limo color gris	32 24 10,5 59,9	7 7 8	15
4,3						
4,45						
5,15	5,3		G Limo color gris	31,5 25,8 9,92 36,0	15 15 14	29
5,3						
5,45						
6,15	6,3					
6,3						
6,45						



OBSERVACIONES: *A 5,40 no se observa avance del toma muestras durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo. Numeral 6.2.3 (Norma Invias E-111-2013), Suelo asimilable a Aglomerados rocosos Norma NSR 10 Numeral H.3.2.5 (d)

Nivel freatico del suelo a 5,10 m Prof.

*Placa de concreto entre 0,00 y 0,10 m

Elaboró	Revisó	Aprobó
Francy Salazar Ramirez Auxiliar de laboratorio	Alejandro López Jefe de Laboratorio	Ing. José Norberto Ramirez Jefe de calidad

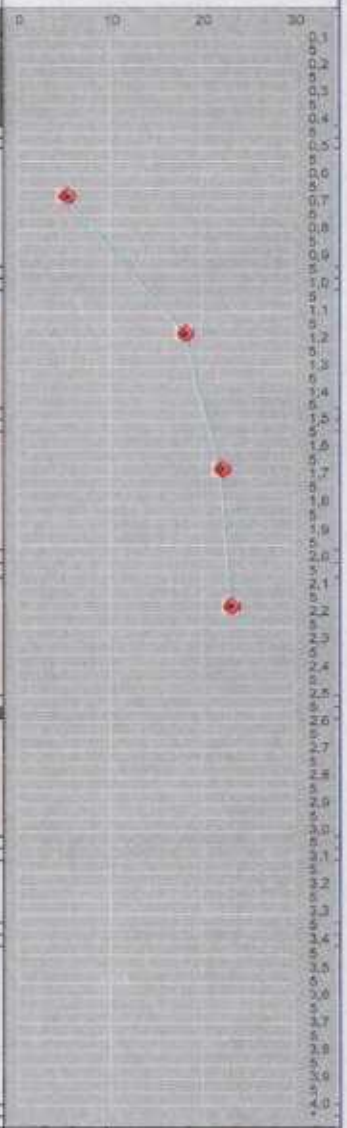
Ilustración 7. Perfil estratigráfico sondeo 3.

Características de perforación y equipo.

Perforación N.º:	4	Cliente: HERNANDO GONZALES HERAO	Método de avance:	Percusión, hincatipo A, Muestreador de tubo partido ESTANDAR de diámetro **50,8 mm**
Cota de inicio		1805 msnm	Peso del martillo (kg)	63,5
Altura de caída (m)	0,76			

Prof. (m)	Prof. evaluada (m)	Estratigrafía: Aspecto	Estratigrafía: Clasificación U.S.C.S	Humedad (%)	Golpes	*N de campo
0,15	0,3		A Suelo color café claro con materia Orgánica vegetal	32,8 23,9 9,88 63,5	ZONA-APIQUE	
0,3						
0,45						
1,15	1,3		E Limo Color color Amarillo	30,4 22,4 10,2 65,6	2 1 4	5
1,3						
1,45						
2,15	2,3		F Suelo color Café con algunas gravas	30,7 22,4 9,7 65,0	7 9 9	18
2,3						
2,45						
3,15	3,3		C Limo color Oro Perlado Y GRIS CLARO	29,9 22,3 10,2 62,4	9 10 12	22
3,3						
3,45						
4,15	4,3		C Limo color Oro Perlado Características idénticas a la muestra anterior	36 23,1 10,1 65,5	12 12 11	23
4,3						
4,45						
5,15	5,3					
5,3						
5,45						
6,15	6,3					
6,3						
6,45						

GRAFICO PROFUNDIDAD VS N CAMPO



OBSERVACIONES: *A 4,50 no se observa avance del toma muestras durante la aplicación de 10 golpes sucesivos del martillo. Numeral 6.2.3 (Norma Invías E-111-2013), Suelo asimilable a Aglomerados rocosos Norma NSR 10 Numeral H.3.2.5 (d)

Nivel freatico del suelo a 4,45 m Prof.

Elaboró	Revisó	Aprobó
Francy Salazar Ramírez Auxiliar de laboratorio	Alejandro López Jefe de Laboratorio	Ing. José Norberto Ramírez Jefe de calidad

Ilustración 8. Perfil estratigráfico sondeo 4.

SONDEO	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m) DE	PROFUNDIDAD (m) A	N° de golpes	Humedad (%)	Nivel freático	Clasificación USC	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plástico	Índice de consistencia	Índice de liquidez	Consistencia	%Grava	%Arena	%Finos	SP (1)	SP (2)	SP-PROM	Grado de expansión
SPT-01	1	0.15	0.45		80.90	4.4	SM	-	-	-	-	-	-	2.30	54.20	43.50	-	-	-	-
	2	1.15	1.45	4	62.00		MH	71	48	23	0.39	0.61	MEDIA	1.20	45.70	53.18	4.54	1.76	3.15	MEDIO
	3	3.15	3.45	20	65.60		SM	59	44	15	-0.44	1.44	FLUIDA	25.50	35.80	38.73	1.60	0.90	1.25	BAJO
	4	4.15	4.45	22	58.40		SM	68	48	20	0.48	0.52	MEDIA	2.80	61.80	35.42	3.23	1.37	2.30	MEDIO
	5	5.15	5.45	29	54.10		SM	62	42	20	0.40	0.61	MEDIA	11.00	50.00	39.01	3.23	1.37	2.30	MEDIO
SPT-02	1	0.15	0.45		67.40		MH	65	50	15	-0.16	1.16	FLUIDA	1.10	29.80	69.12	1.60	0.90	1.25	BAJO
	2	1.15	1.45	8	61.90		SM	67	54	13	0.39	0.61	MEDIA	18.40	37.50	44.14	1.13	0.76	0.94	BAJO
SPT-03	1	1.15	1.45	5	76.40	5.1	MH	70	47	23	-0.28	1.28	FLUIDA	1.10	44.00	54.87	4.54	1.76	3.15	MEDIO
	2	3.15	3.45	15	52.00		SM	72	48	24	0.83	0.17	DURA	10.20	50.00	39.78	5.04	1.91	3.47	MEDIO
	3	4.15	4.45	15	59.90		SM	62	42	20	0.11	0.90	MUY BLANDA	10.70	48.70	40.61	3.23	1.37	2.30	MEDIO
SPT-04	1	0.15	0.45		63.50	4.45	SM	-	-	-	-	-	-	2.50	57.90	39.60	-	-	-	-
	2	1.15	1.45	5	65.6		MH	64	49	15	0.11	1.11	FLUIDA	10.70	48.70	40.61	1.60	0.90	1.25	BAJO
	3	2.15	2.45	18	65.0		SM	63	51	12	-0.17	1.17	FLUIDA	19.60	39.10	41.33	0.93	0.70	0.81	BAJO
	4	3.15	3.45	22	62.40		SM	58	44	14	-0.31	1.31	FLUIDA	24.40	34.30	41.31	1.35	0.83	1.09	BAJO

Tabla 1. Resumen de resultados de laboratorio.

Donde:

SPT: Ensayo de penetración estándar.

W: Contenido de humedad.

USCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

LL: Limite Liquido.

LP: Limite Plástico.

IP: Índice de plasticidad

IC: Índice de consistencia: es la resistencia al flujo, que estárelacionado con la fuerza de atracción entre partículas y denota el comportamiento en campo de los suelos fino granulares cuando están saturados.

$$Ic = \frac{(L_L - w)}{(L_L - Lp)}$$

$0 < I_C < 0.25$. Suelo de consistencia muy blanda.

$0.25 < I_C < 0.50$ Suelo de consistencia blanda.

$0.50 < I_C < 0.75$ Suelos de consistencia media.

$0.75 < I_C < 1.0$ Suelo de consistencia dura.

Si $I_C = 1.0$ El suelo se encuentre en su límite plástico.

Si $I_C = 0.0$ El suelo se encuentra en su límite líquido.

Si $I_C > 1.0$ El suelo se encuentra en su estado sólido y tendrá un comportamiento rígido.

SI $I_C < 0.0$ El suelo en este caso se comporta como un fluido viscoso.

IL: Índice de Liquides. Este índice es utilizado para medir la escala el contenido de humedad natural de una muestra de suelos, respeto a los límites líquidos y plásticos.

$$IL = \frac{w_n - LP}{IP}$$

CONSISTENCIA DEL SUELO COHESIVO	IL	COMPORTAMIENTO DEL SUELO
DURA	<0.2	Se puede penetrar solo con instrumentos filoso; el suelo forma terrones que ofrecen gran dificulta a ser pulverizados.
MUY FIRME	0.2 A 0.35	Se penetra con gran esfuerzo.

FIRME	0.35 A 0.50	Se penetra a mano con gran dificulta.

MEDIA	0.50 A 0.65	Dificilmente moldeable.
BLANDA	0.65 A 0.80	Se moldea facilmente con la mano.
MUY BLANDA	0.80 A 1.0	Se escurre entre los dedos cuando se la presiona.
FLUIDA	> 1.0	Suelo saturado. Se comporta como liquido viscoso.

Tabla 2. Consistencia del suelo e índice de liquidez.

γ_h Peso especifico Humedo. (kN/m^3).

γ_s Peso especifico seco. (kN/m^3).

Actividad: (A) Skempton definio la actividad como:

$$A = \frac{IP}{porcentaje\ de\ particulas\ tamaño\ arcilla\ (\% < 2\mu m)}$$

SP potencial de expansion

$$SP = 60K(IP)^{2.44}$$

$$SP = Be^{A(IP)}$$

Donde:

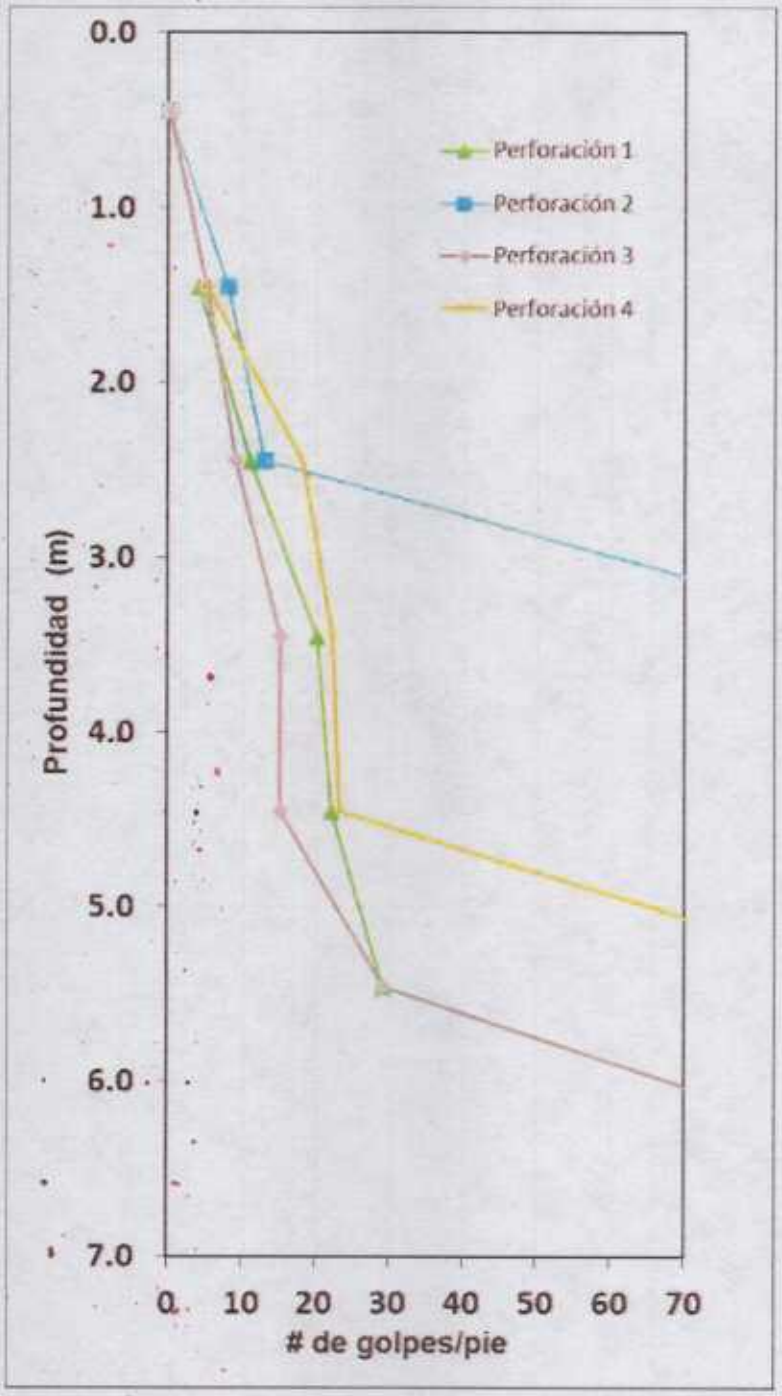
A=0.0838

B=0.2558

K=3.6x10^{-5}

Potencial de expansión	Grado de expansión
>25	Muy alto
5-25	Alto
1.5-5	Medio
0-1.5	Bajo

Tabla 3. Clasificación del grado de expansión (AGUS SETYO MUNTOHAR 2003).



Gráfica 1. Profundidad vs. Número de golpes.

PERFIL GEOTÉCNICO Y PARÁMETROS DEL SUELO

La cubierta y alrededores donde se proyecta la construcción no evidencia fisuras y/o grietas que indiquen un comportamiento anormal del suelo existente. A continuación, se evidencia los sondeos realizados.

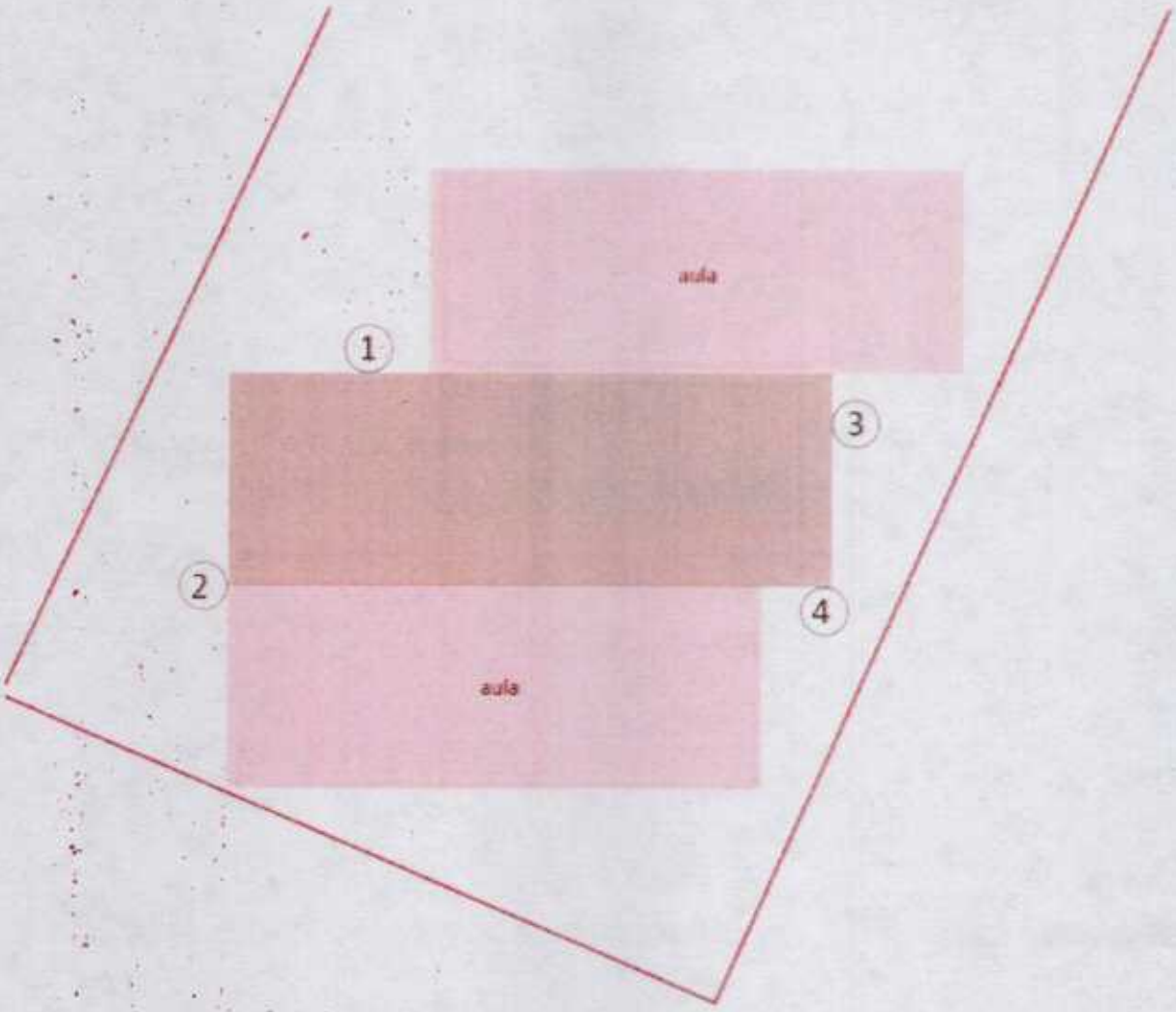


Ilustración 9. Localización de sondeos y condiciones de frontera.

Con base en el conocimiento de las condiciones geotécnicas del lote y después de analizar y correlacionar toda la información obtenida en el sondeo. Se concluye que el perfil geológico de sitio está conformado por tres estratos.

Para fines prácticos se presenta las propiedades geotécnicas de cada uno de los materiales encontrados. El nivel freático en la zona donde se realizará la construcción no fue reportado.

- El primer estrato está conformado por una arena limosa a limo de alta plasticidad, de acuerdo con los ensayos de laboratorio se encontró que el suelo se clasifica según la USC como SM a MH, encontrado superficialmente en los cuatro sondeos con un espesor de aproximadamente 0.45.
- El segundo estrato está conformado por un limo de alta plasticidad a arena limosa, de acuerdo con los ensayos de laboratorio se encontró que el suelo se clasifica según la USC como MH a SM, se encontró en los sondeos 1 y 3, y presenta una compacidad media a dura.
- El tercer estrato está conformado por una arena limosa, de acuerdo con los ensayos de laboratorio se encontró que el suelo se clasifica según la USC como SM, se encontró en los 4 sondeos y presenta una compacidad media a dura.

El perfil evidenciado corresponde a una matriz rocosa compuesto por un suelo areno limoso y fragmentos de roca de tamaño variable.

Resistencia del suelo a la penetración normal – SPT

La implementación de la prueba de penetración estándar se llevó a cabo por dos razones: a) Con el fin de tener el registro del número de golpes por pie de penetración del suelo (Ncampo) para ser utilizado en la obtención de parámetros geomecánicas mediante correlaciones ampliamente utilizadas y aceptadas; b) Con el fin de recuperar muestras menos alteradas para resultados más confiables.

El registro de perforación obtenido en campo se muestra en la Ilustración 5, Ilustración 6, Ilustración 7 e Ilustración 8.

DATOS DE LA PERFORACIÓN

- Tipo de perforación: Manual – Equipo de percusión
- Peso del martillo = 63,5 Kg
- Longitud total de la tubería = 1 m.
- Tipo de revestimiento de la excavación = Sin revestimiento
- Diámetro de excavación = 5.08 cm. (2.0")

Durante la exploración en campo se presentan diversos efectos que están implícitos, tales como el diámetro de la perforación, longitud de la tubería, masa del martillo de golpe, entre otros.

Por todo lo anterior, el Ncor se expresa de la siguiente forma:

$$Ncor = Ncampo \cdot \eta 1 \cdot \eta 2 \cdot \eta 3 \cdot \eta 4$$

Donde,

Ncor = Valor de Ncampo corregido

Ncampo = Número de golpes obtenido en campo

η1 = Corrección por balance de energía = 0.45

η 2 = Corrección por longitud de tubería = 0.75 en los primero 4 m, y 0.85 hasta 6 m.

0-4m. = 0.75
4-6m. = 0.85
6 - 10 m. = 0.95
> 10 m. = 1.00

η 3 = Corrección por revestimiento **= 1.00** (sin revestimiento)

η 4 = Corrección por diámetro de excavación **= 1.00**

60 - 120 mm. = 1.00
120 - 150 mm. = 1.05
> 150 mm. = 1.15

Una vez aplicadas las correcciones se obtiene la siguiente tabla de Nspt con el cual se realizarán los cálculos para este estudio.

SONDEO	NÚMERO DE GOLPES (N60) VS PROFUNDIDAD						
	0.45	1.45	2.45	3.45	4.45	5.45	6.45
1	-	3	7	12	15	19	72
2	-	5	8	57	Rechazo		
3	-	3	6	9	10	19	72
4	-	3	11	13	15	64	Rechazo

Tabla 4. Corrección de Número de golpes.

Parámetros geotécnicos

Con base en el conocimiento de las condiciones geológicas del lote y después de analizar y correlacionar toda la información obtenida en los sondeos. Se concluye que el perfil geológico de sitio se define como se evidencia:

Parámetro	Unidad	Valor
g	(kN/m³)	17
c'-SM-1	kPa	5
c'-SM-2	kPa	6
φ-SM-1	°	16
φ-SM-2	°	29

Tabla 5. Parámetros geotécnicos por estrato.

Es importante resaltar que los parámetros evidenciados en la Tabla 5, son determinados a partir de correlaciones existentes en la literatura y que se aplican ampliamente en geotecnia a partir de los ensayos obtenidos, sin embargo la información utilizada es de manera preliminar y es necesario más información de cada área en particular para definir correctamente estos.

PERFIL DE DISEÑO SISMORESISTENTE

De acuerdo con el Titulo A de la NSR-2010

Aceleración pico efectiva, Aa = 0,25.

Velocidad pico efectiva Av = 0,25.

Coeficiente de importancia I = 1.00.

El perfil de diseño sismo resistente de acuerdo con el Titulo H de norma propone el siguiente espectro de respuesta.

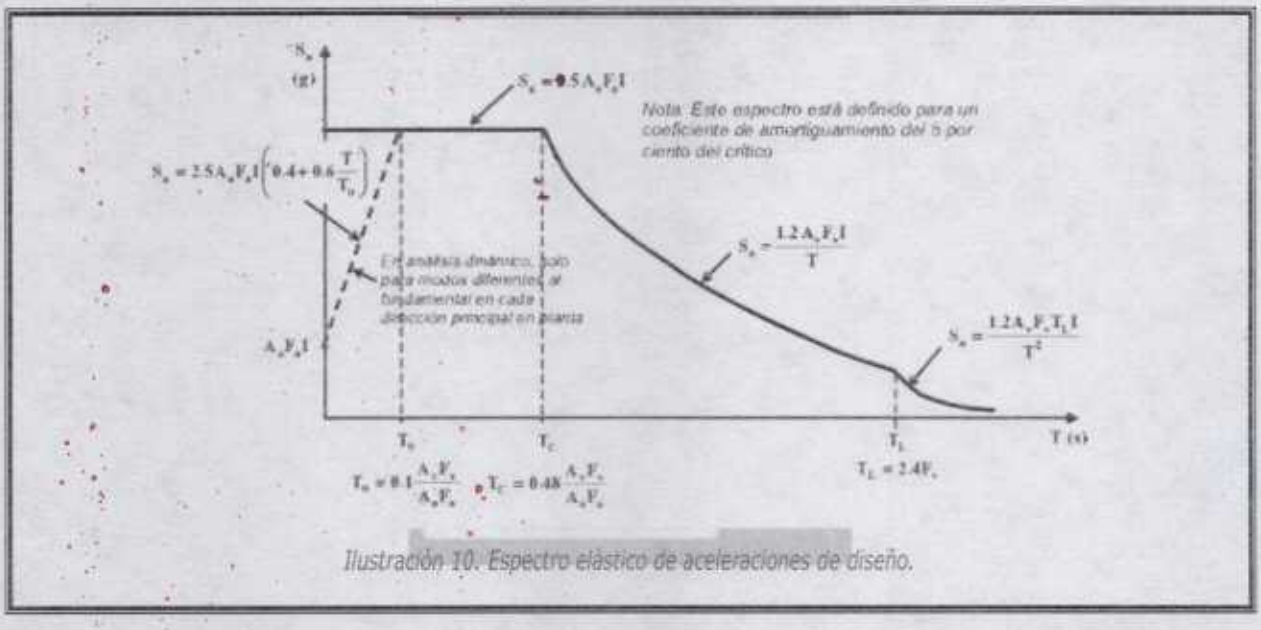


Ilustración 10. Espectro elástico de aceleraciones de diseño.

De acuerdo con la metodología del enunciado H.2.5 "SUELOS NO COHESIVOS O GRANULARES Y SUELOS COHESIVOS", se define el tipo de suelos presentes en el área de exploración, para efectos de la determinación del perfil de suelo A.2.4.3. NSR-10.

Con base en la exploración se determinó que se presentan tres estratos bien definidos a lo largo del perfil dentro de los 6 m. superiores, el primero de poco espesor de carácter granular y el segundo de carácter cohesivo hasta el final de la exploración.

Debido a que no se cuentan con registros de velocidad media de la onda cortante medida en campo, y se presentan estratos tanto cohesivos como granulares dentro de la exploración, se eligió el parámetro (b) que considera "*el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, **N**, en golpes/pie a lo largo de todo el perfil*" *(NSR-10 A.2.4.3).*

A.2.4.3.2 Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar.

El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo, indistintamente que esté integrado por suelos no cohesivos o cohesivos, se obtiene por medio de:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{d_i}{N_i}}$$ Ecuación A.2.4-2 NSR-10

Siendo:

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

d_i = espesor del estrato i

Ahora, teniendo en cuenta la Tabla A.2.4-2 del Reglamento NSR - 10, el perfil de suelo del se clasifica como D.

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DE CONDICIONES ESPECIALES

Licuación

La licuación es la pérdida de resistencia de los suelos como consecuencia de los incrementos en la presión de poros cuando el suelo es sometido a vibración, generalmente producida por un sismo.

Este fenómeno es particularmente importante en materiales granulares saturados y sueltos localizados en zonas de alta sismicidad y es el responsable de un alto porcentaje de los daños que se registran durante eventos sísmicos.

Metodología del análisis del potencial de licuación

La forma de determinar el potencial de licuación de una manera acertada es la utilización de métodos semiempíricos el cual tiene en cuenta la comparación de las características de los materiales encontrados en el sitio del estudio con otros materiales encontrados en algunos sectores en donde se ha producido licuación; también se puede utilizar métodos numéricos los cuales compara el esfuerzo de corte inducido por el sismo con el esfuerzo de corte resistente del suelo este también se utiliza en el método semiempírico pero la diferencia de los dos métodos es la forma de determinar estos, el primero determina esfuerzo de corte inducido y el resisten mediante la aplicación de correlaciones de ensayos de campo como el SPT o CPT y la recopilación de información de zonas donde se a presentado este fenómeno mientras que el numérico utiliza técnicas de propagación de los sismos a través del suelo, basadas en métodos de elementos finitos unidimensionales o bidimensionales y para el cálculo del esfuerzo resistente se utilizan ensayos dinámicos de laboratorio.

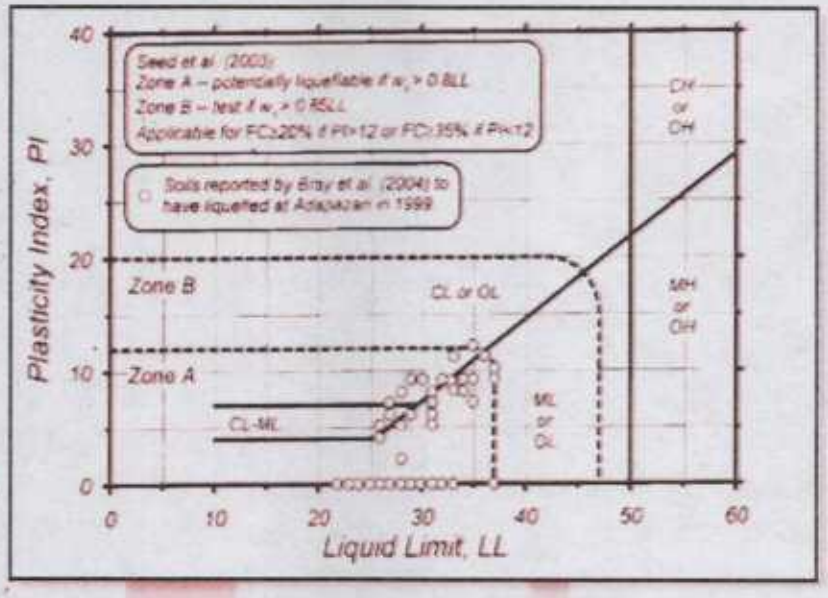
Para la evaluación del potencial de licuación se decidió utilizar en un primer paso el método semiempirico y dado a que durante mucho tiempo se ha demostrado que es un método efectivo y es el propuesto por Andrews and Martin (2000) el cual es la modificación del criterio chino de Wang (1979) y replanteado por Seed and Idriss (1982), este criterio sirve como primera evaluación para determinar el potencial de licuación, de ser este potencial alto se procederá a refinarlo utilizando la metodología propuesta por R.B. Seed et al (2003), en este método el esfuerzo de corte aplicado se calcula por el método aproximado de Seed (1984) y el esfuerzo resistente a partir de correlaciones con la resistencia a la penetración estándar (SPT) corregidas de acuerdo con el contenido de finos del suelo y con la velocidad de onda de corte del suelo (Vs).

	Liquid Limit[1] < 32	Liquid Limit ≥ 32
Clay Content[2] < 10%	Susceptible	Further Studies Required *(Considering plastic non-clay sized grains – such as Mica)*
Clay Content[2] ≥ 10%	Further Studies Required *(Considering non-plastic clay sized grains – such as mine and quarry tailings)*	Not Susceptible

Notes:
1. Liquid limit determined by Casagrande-type percussion apparatus
2. Clay defined as grains finer than 0.002 mm

Tabla 6. Potencial de licuación de limos y arenas arcillosas. Tomado de: (Andrés and Martín, 2000).

De acuerdo con lo antes expuesto entonces el método de Andrews and Martin (2000) ver Tabla 5, además también en la Ilustración 11, se muestra la carta de plasticidad recomendada por Seed et al. 2003, la cual se utiliza para realizar una evaluación de suelos de grano fino y que se utiliza para esto la correlación con los límites de Atterberg y que fueron reportados por Bray et al 2004.



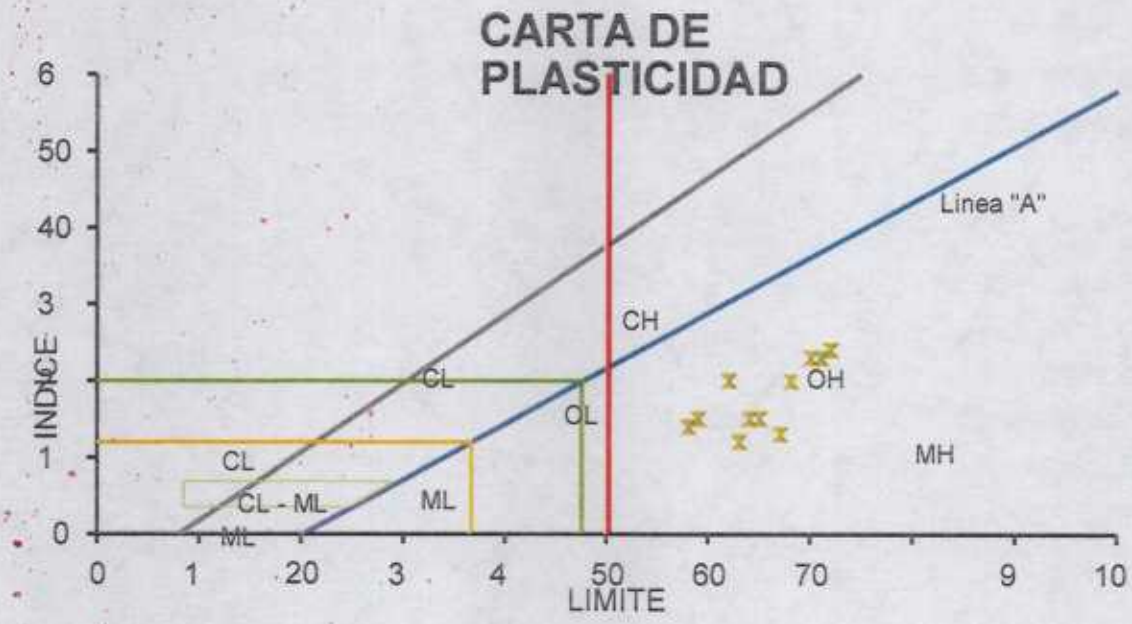
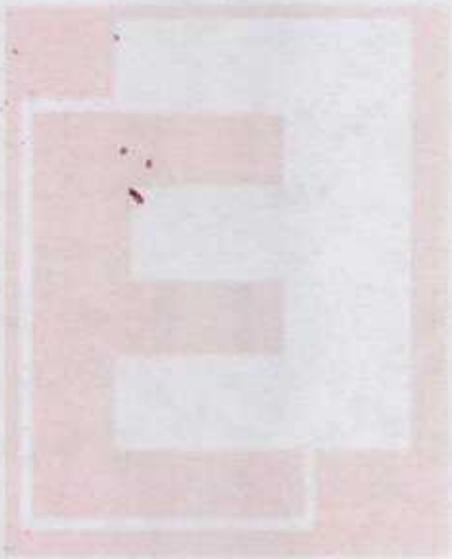


Ilustración 11. Carta de plasticidad para identificar con potencial de licuación.

Dada las propiedades geotécnicas del suelo encontrado, se concluye que, **NO ES PROBABLE QUE SE PRESENTE ESTE FENÓMENO EN EL SECTOR.**

Evaluación de suelos expansibles

Teniendo en cuenta los resultados evidenciados en la Tabla 1, **Se tiene una susceptibilidad media a baja para presentar problemas por suelos expansibles**



EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA Y DEFORMACIONES PARA LA CIMENTACIÓN

Para la selección y el diseño de un sistema de soporte adecuado se debe aplicar criterios de seguridad y confiabilidad, como garantía de que las obras van a ser estables, seguras y funcionales durante su vida útil. Teniendo en cuenta estos conceptos diseñamos nuestras cimentaciones utilizando las recomendaciones, análisis y discusiones que se llevan a continuación.

Cabe resaltar que los parámetros de Diseño necesarios para calcular la capacidad de soporte se estimaron de acuerdo con las características geotécnicas del sitio donde se desea construir la cubierta metàlica, con base en las perforaciones y los ensayos de laboratorio.

Capacidad de carga cimentación superficial

El análisis de capacidad de soporte se realizó a partir del criterio propuesto por Terzaghi (1943), Meyerhof (1963), Hansen (1979) y Vesic (1973), en la cual se considera los parámetros del suelo donde se cimentará las estructuras. De acuerdo con las propiedades geotécnicas encontradas y a lo antes expuesto en este informe, se recomienda los siguientes tipos de cimentación:

Capacidad de soporte zapata cuadrada-Terzagui (1943)					
Profundidad de desplante D (m)		1.50	Factor de seguridad		3
Ancho (m)	**1.20**	**1.50**	**1.80**	**2.00**	**3.00**
Qu (Ton/m²)	23.57	23.86	24.2	24.3	25.31
Qa (Ton/m²	7.86	7.95	8.05	8.11	8.44
qa (Ton)	10.45	16.82	24.79	31.01	73.77
Nota: Qu: Capacidad de carga última, Qa: Capacidad de carga admisible, qa: Capacidad de carga en Ton, admisible					

Capacidad de soporte zapata cuadrada-Meyerhof (1963)					
Profundidad de		1.50	Factor de seguridad		3
Ancho (m)	**1.20**	**1.50**	**1.80**	**2.00**	**3.00**
Qu (Ton/m²)	28.06	27.28	26.8	26.7	26.45
Qa (Ton/m²	9.35	9.09	8.95	8.89	8.82
qa (Ton)	12.60	19.38	27.69	34.11	77.19
Nota: Qu: Capacidad de carga última, Qa: Capacidad de carga admisible, qa: Capacidad de carga lineal admisible					

Capacidad de soporte zapata cuadrada-Hansen (1979)					
Profundidad de desplante D (m)		1.50	Factor de seguridad	3	Inclinaciòn terreno 20°
Ancho (m)	**1.20**	**1.50**	**1.80**	**2.00**	**3.00**
Qu (Ton/m²)	30.79	31.74	30.6	30.0	28.43
Qa (Ton/m²	10.26	10.58	10.18	9.99	9.48
qa (Ton)	13.92	22.73	31.70	38.52	83.13
Nota: Qu: Capacidad de carga última, Qa: Capacidad de carga admisible, qa: Capacidad de carga en Ton, admisible					

Capacidad de soporte zapata cuadrada-Vesic (1973)					
Profundidad de desplante D (m)		1.50	Factor de seguridad		3
Ancho (m)	**1.20**	**1.50**	**1.80**	**2.00**	**3.00**
Qu (Ton/m²)	31.51	32.6	31.5	31.05	29.93
Qa (Ton/m²	10.50	10.87	10.51	10.35	9.98
qa (Ton)	14.26	23.37	32.77	39.96	87.63
Nota: Qu: Capacidad de carga última, Qa: Capacidad de carga admisible, qa: Capacidad de carga en Ton, admisible					

Tabla 7. Capacidad de carga método de Terzaghi, Meyerhof, Hansen y Vésic (Zapata Cuadrada).

Donde:

Qu: Capacidad portante última en Ton /m²

Qa: Capacidad portante admisible en Ton/m²

qa: Capacidad portante admisible en Ton.

Asentamientos cimentación superficial

De acuerdo con la NSR-10, en la sección H.4.8.4, el asentamiento total de una cimentación superficial se divide en tres partes:

- ✓ Asentamiento elástico (S_e)
- ✓ Asentamiento por consolidación primaria (S_c)
- ✓ Asentamiento por compresión secundaria (S_s)

$$\square = \square_{\square} + \square_{\square} + \square_{\square}$$

- ✓ **Asentamiento elástico**

Para una cimentación perfectamente flexibles se puede expresar como:

$$S_e = q(\alpha' B')\frac{1-\mu s}{Es} I_s I_f$$

Donde:

q: Incremento de esfuerzo a la profundidad de desplante

α': Factor que depende de la posición donde se calcule el asentamiento (esquina o centro)

B': Dimensión lateral mínima que contribuye al área de la cimentación. B/2 para el centro de la cimentación y B para la esquina.

E_s: Modulo de elasticidad promedio del suelo bajo la cimentación (0≤z≤5B)

μ_s: Relación de Poisson del suelo.

I_s: Factor de forma (propuesto por Steinbrenner. 1934)

I_f: Factor de profuodidad (propuesto por Fox. 1948)

$$I_s = F_1 + \left[\frac{1-2\nu}{1-\nu}\right] F_2$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi}\left[mLN\frac{\left(1+\sqrt{m^2+1}\right)\left(\sqrt{m^2+n^2}\right)}{m\left(1+\sqrt{m^2+n^2+1}\right)} + LN\frac{\left(m+\sqrt{m^2+1}\right)\left(\sqrt{n^2+1}\right)}{m+\sqrt{m^2+n^2+1}}\right]$$

$$F_2 = \frac{n}{2\pi}\tan^{-1}\left(\frac{m}{n\sqrt{m^2+n^2+1}}\right)$$

Para calcular el asentamiento en el centro de la cimentación:

$\alpha = 4$, $m = \frac{L}{B}$, $n = \frac{H}{\frac{B}{2}}$

Para calcular el asentamiento en una esquina de la cimentación:

$\alpha = 1$, $m = \frac{L}{B}$, $n = \frac{H}{B}$.

El factor de profundidad If, se determina a partir de gráficas.

Teniendo en cuenta los resultados, se obtienen los siguientes asentamientos:

	Carga (P)	Carga (q0)	Se (mm)	Sc (mm)	St (mm)
Asentamiento1	50.0	34.7	8.8	14.1	22.9
Asentamiento2	100.0	69.4	17.6	28.2	45.8
Asentamiento3	200.0	138.9	35.3	56.4	91.7

Tabla 8. Asentamientos esperados (mm),

Recomendación de cimentación y esquema ilustrativo

Las dimensiones para elegir se realizarán principalmente por condiciones geotécnicas encontradas, para cargas del orden de hasta 12 Ton, es posible zapatas aisladas de 1.2x1.2 a una profundidad de desplante de 1.5m y para cargas de hasta 20 Ton, es posible zapatas aisladas de 1.5x1.5 a una profundidad de desplante de 1.5m.

Esquema ilustrativo de cimentación

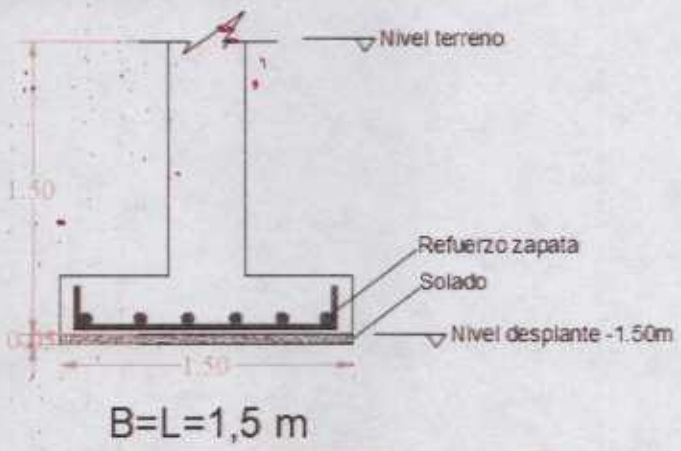


Ilustración 12. Esquema de cimentación-Carga de 20 Ton

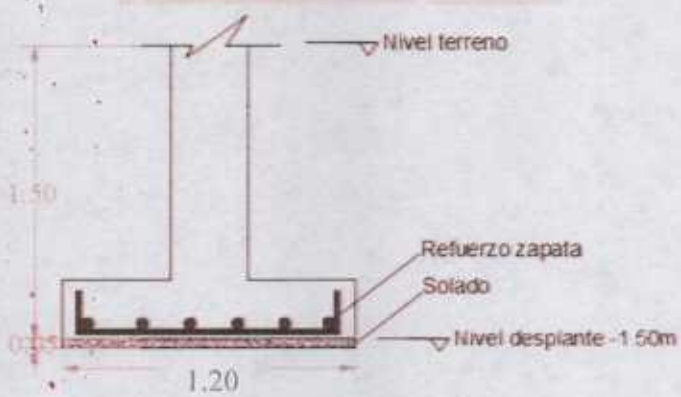


Ilustración 13. Esquema de cimentación-Carga de 12 Ton