ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO CIENAGA DE ORO DEPARTAMENTO DEL CORDOBA.

CONSTRUCCION DE MURO DE CONTENCION

DANIEL GONZALEZ MARTINEZ

M.P. 13202-360143 BLV

ROBERT PINEDA PEREA

M.P. 08202083631 ATL

CIENAGA DE ORO, CÓRDOBA 2025

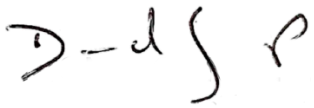
ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
		
Robert Pineda Perea Ingeniero Civil M.P. 08202083631 ATL	Daniel Gonzalez Martínez Esp. En Suelos y Cimentaciones M.P. 08202083631 ATL	José Ramón Sánchez Morelo Gerente NOS Ingeniería S.A.S.
Por el Municipio	David Antonio González Puente Secretario de planeación Municipio de Ciénaga de Oro	

TABLA DE CONTROL DE CAMBIOS			
Versión	**Fecha de aprobación**	**Descripción**	**Cargo que solicitó el cambio**
V1	21/03/2024	Emisión documento inicial	Gerente

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 11

2. CONCORDANCIA DE LOS ESTUDIOS DE SUELOS CON LA NORMA NSR 10 TITULO H. 12

2.1. Firma de los estudios. 12

2.2. Tipos de estudios. 12

2.2.1. Estudio geotécnico definitivo 12

3. GEOLOGÍA Y ESTRATIFIGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO. 13

3.1. Formación Ciénaga De Oro (Q-al) 14

4. SUELOS Y TOPOGRAFÍA 16

4.1. Paisaje 16

4.1.1. Paisaje de Planicie 16

4.1.2. Paisaje de Lomerío 16

5. FALLAS GEOLOGICAS LOCALES EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO – CORDOBA 17

5.1. Falla local. 17

5.2. Sismos de la zona de influencia del proyecto 19

6. GENERALIDADES 21

6.1. Objeto y Alcance del Estudio. 21

7. LOCALIZACIÓN. 23

8. OBJETIVOS DEL ESTUDIO 24

9. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO 26

9.1. Perfil estratigráfico del sondeo No. 1 27

9.2. Perfil estratigráfico del sondeo No. 2 28

9.3. Perfil estratigráfico del sondeo No. 3 29

9.4. Información Previa 30

9.5. Sitio de ejecución 30

9.5.1. Geometría y Extensión 30

9.5.2. Geología 30

10. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y AMBIENTALES 31

10.1. Sismicidad del Entorno 31

10.2. Coeficiente de sitio 32

10.3. Tipo de perfil de suelo. 32

10.4. Coeficiente de Importancia. 35

10.5. Coeficiente que representa la Aceleración Pico efectiva, para el umbral de daño.35

10.6. Clima 36

10.7. Ensayos de Laboratorio 36

11. ACCIDENTES GEOMORFOLOGICOS 37

12. CLASIFICACION DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCION. 38

12.1. Categoría de la edificación 38

12.2. Variabilidad del subsuelo. 38

12.4. Grado de complejidad 39

13. EXPLORACION DE CAMPO. 40

13.1. Localización de los sondeos. 40

13.2. Análisis estratigrafía sondeo No. 1 41

13.2.1. Nivel freático 43

13.3. Análisis estratigrafía sondeo No. 2 43

13.3.1. Nivel freático 44

13.4. Análisis estratigrafía sondeo No. 3 44

13.4.1. Nivel freático 46

14. TIPO Y NUMERO DE ENSAYOS 47

15. ENSAYOS PARA LOS SUELOS 48

16. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS 49

16.1. Límite líquido 49

16.2. Índice de plasticidad 49

16.3. Humedad natural. 50

16.4. Porcentaje retenido tamiz No. 4 51

16.5. Porcentaje que pasa tamiz No. 10 52

16.6. Porcentaje que pasa tamiz No. 40 53

16.7. Porcentaje que pasa tamiz No. 200 53

16.8. Relación porcentaje que pasa tamiz No. 200 entre tamiz No. 40 54

16.9. Actividad Skempton 55

16.10. Grado de expansión 56

16.11. Resistencia del suelo mediante ensayo de penetración estándar 61

16.12. Capacidad admisible. 61

17. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE 71

17.1. Propiedades mecánicas ensayo de penetración estándar (SPT) 71

18. TRABAJOS DE OFICINA. 78

19. ASENTAMIENTOS TEORICOS PROBABLES 79

19.1. Evaluación de asentamientos para el sondeo No. 1 79

19.2. Evaluación de asentamientos para el sondeo No. 2 80

19.3. Evaluación de asentamientos para el sondeo No. 3 81

19.4. Cimentación de la estructura. 82

19.4.1. Tipo de cimiento 82

19.4.2. Profundidad de apoyo 84

19.4.3. Dimensión de los cimientos 84

19.4.4. Capacidad de carga 84

20. PARAMETROS GEOTECNICOS SUELOS-ESTRUCTURAS 85

20.1. Estudio de estabilidad de laderas. 86

20.2. Obligación de estudios de laderas. 86

20.3. Consideraciones especiales. 87

20.3.1. Por tamaño y grupo de uso 87

21. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 89

22. LIMITACIONES 91

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa geológico de Colombia, Servicio Geológico, 2020.....14

Ilustración 2. Mapa formación Q-al, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.....15

Ilustración 3. Falla geológica local, sitio web.....18

Ilustración 4. Falla geológica local, sitio web.....18

Ilustración 5. Mapa de amenaza sísmica, AIS.....19

Ilustración 6. Localización de Ciénaga de Oro, sitio web 23

Ilustración 7. Localización de Ciénaga de Oro, Google Earth 23

Ilustración 8 Figura A.2.4-1 – Coef. de amplificación Fa del suelo, NSR-10.....34

Ilustración 9 Figura A.2.4-2 – Coef. de amplificación Fv del suelo, NSR-10. 34

Ilustración 10. Localización de sondeos, fuente elaboración propia.....41

Ilustración 11. Clasificación de suelos expansivos. 58

Ilustración 12. Tabla de capacidad portante 62

Ilustración 13. Capacidad portante para cimientos rectangulares.....71

Ilustración 14. Asentamiento temporal con probabilidad de 98%, elaboración propia. 80

Ilustración 15. Asentamiento temporal con probabilidad de 98%, elaboración propia. 81

Ilustración 16. Asentamiento temporal con probabilidad de 98%, elaboración propia. 82

Ilustración 17. Esquema de cimentación, elaboración propia.....83

Ilustración 18. Capacidad última cimentaciones. 84

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Localización de la estructura, fuente elaboración propia 21

Tabla 2. Perfil estratigráfico Sondeo No. 1, fuente elaboración propia 27

Tabla 3. Perfil estratigráfico Sondeo No. 2, fuente elaboración propia 28

Tabla 4. Perfil estratigráfico Sondeo No. 3, fuente elaboración propia 29

Tabla 5. Tabla A.2.4-1 perfiles de suelo, fuente NSR-10. 31

Tabla 6. Tabla A.2.4-2 criterios para clasificar suelos, fuente NSR-10.....32

Tabla 7. Tabla A.2.4-3 valores del coeficiente Fa, fuente NSR-10. 33

Tabla 8. Tabla A.2.4-4 valores del coeficiente Fv, fuente NSR-10. 33

Tabla 9. Tabla A.2.5-1 valores del coeficiente de importancia, fuente NSR-10. 35

Tabla 10. Tabla H.3.1-1 clasificación unidades de construcción, fuente NSR-10 ...38

Tabla 11. Grados de Complejidad, fuente NSR-10. 39

Tabla 12. Ubicación sondeo No. 1, fuente elaboración propia 41

Tabla 13. Características sondeo No. 1, fuente elaboración propia. 42

Tabla 14. Ubicación sondeo No. 2, fuente elaboración propia 43

Tabla 15. Características sondeo No. 2, fuente elaboración propia. 44

Tabla 16. Ubicación sondeo No. 3, fuente elaboración propia 44

Tabla 17. Características sondeo No. 3, fuente elaboración propia. 45

Tabla 18. Ensayos por realizar sobre las muestras extraídas, fuente elaboración propia. 48

Tabla 19. Resumen de limite liquido sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 49

Tabla 20. Resumen índice de plasticidad sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 50

Tabla 21. Resumen humedad natural sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 51

Tabla 22. Resumen % retenido tamiz No. 4, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 52

Tabla 23. Resumen % retenido tamiz No. 10, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 52

Tabla 24. Resumen % retenido tamiz No. 40, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 53

Tabla 25. Resumen % retenido tamiz No. 200, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 54

Tabla 26. Resumen de relación entre tamiz No. 200/tamiz No. 40, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 55

Tabla 27. Resumen de actividad de Skempton, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 56

Tabla 28. Clasificación de suelos expansivos, fuente elaboración propia. 59

Tabla 29. Resumen de grado de expansión sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 59

Tabla 30. Relación del qu vs valores de N, fuente libro Mecánica de suelos. 61

Tabla 31. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 63

Tabla 32. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 63

Tabla 33. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 64

Tabla 34. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 64

Tabla 35. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 65

Tabla 36. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia. 65

Tabla 37. Parámetros de resistencia del suelo, fuente elaboración propia. 66

Tabla 38. Potencial de corrosividad del suelo, fuente elaboración propia. 66

Tabla 39. Módulo de elasticidad del suelo, fuente elaboración propia 67

Tabla 40. coeficiente de consolidación adoptado, fuente elaboración propia. 68

Tabla 41. coeficiente de compresión adoptado, fuente elaboración propia. 68

Tabla 42. Cálculo del Angulo de fricción interna, fuente elaboración propia. 69

Tabla 43. Correlación entre NSPT 69

Tabla 44. Cálculo del coeficiente de balasto, fuente elaboración propia. 70

Tabla 45. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 1, fuente elaboración propia. 72

Tabla 46. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 1, fuente elaboración propia. 73

Tabla 47. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 2, fuente elaboración propia. 74

Tabla 48. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 2, fuente elaboración propia. 75

Tabla 49. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 3, fuente elaboración propia. 76

Tabla 50. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 3, fuente elaboración propia. 77

Tabla 51. Valores de resistencia de algunos tipos de suelos, fuente elaboración propia. 78

Tabla 52. Cálculo de asentamiento sondeo No. 1, fuente elaboración propia.....79

Tabla 53. Cálculo de asentamiento sondeo No. 2, fuente elaboración propia.....80

Tabla 54. Cálculo de asentamiento sondeo No. 3, fuente elaboración propia.....81

Tabla 55. Coeficiente de empuje activo, fuente elaboración propia. 85

1. INTRODUCCIÓN

Como parte del proceso de planificación para la construcción del coliseo multideportivo en el municipio de Ciénaga de Oro, Córdoba, se desarrolló un estudio geotécnico integral en el sector de la vía que conduce de Montería a Sincelejo, orientado a evaluar las condiciones del terreno y garantizar la viabilidad técnica de la construcción de un muro de contención.

Este estudio constituye una fase esencial para la caracterización del subsuelo, proporcionando información clave que permite fundamentar el diseño estructural y garantizar la estabilidad y seguridad de la obra proyectada.

La investigación geotécnica se ejecutó conforme a lo establecido en la norma NSR-10, particularmente según el inciso H.3.2.5 (d), mediante la realización de sondeos mecánicos, registros de campo y ensayos de laboratorio. Estos procedimientos permiten obtener parámetros precisos del suelo de fundación, facilitando la formulación de criterios técnicos que contribuyen a la toma de decisiones en el marco del diseño ingenieril.

El estudio integra métodos sistemáticos de exploración y análisis de suelos, reflejando un enfoque riguroso y respaldado por estándares normativos. A través del procesamiento y la interpretación de los datos obtenidos, se establecen recomendaciones fundamentadas y orientadas a mitigar riesgos geotécnicos, optimizar soluciones de cimentación y asegurar el desempeño estructural de la infraestructura.

Este documento presenta:

- La metodología aplicada en campo y laboratorio.
- El análisis técnico de los resultados obtenidos.
- Las recomendaciones de diseño que sustentan la viabilidad y seguridad del proyecto.

2. CONCORDANCIA DE LOS ESTUDIOS DE SUELOS CON LA NORMA NSR 10 TITULO H.

2.1. Firma de los estudios.

De acuerdo con el numeral H.1.1.2.1, los estudios geotécnicos deben ser dirigidos y avalados por Ingenieros Civiles, titulados, matriculados en el COPNIA y con tarjeta profesional vigente, facultados para ese fin por la ley 400 de 1997.

2.2. Tipos de estudios.

En concordancia con el numeral H.2.2, los estudios de suelos pueden ser preliminares, definitivos, asesorías geotécnicas en las etapas de diseño y construcción y estudio de estabilidad de ladera y taludes. Para nuestro caso el tipo de estudio de suelo a desarrollar es estudio de suelo definitivo:

2.2.1. Estudio geotécnico definitivo

Se define como Estudio Geotécnico Definitivo el trabajo realizado para un proyecto específico, en el cual el ingeniero geotecnista debe consignar todo lo relativo a las condiciones físico-mecánicas del subsuelo y las recomendaciones particulares para el diseño y construcción de todas las obras relacionadas, conforme a las normas contenidas en este Título H. Numeral H.2.2.2, de la NSR-10.

3. GEOLOGÍA Y ESTRATIFIGRAFIA DE LA ZONA DE ESTUDIO.

El Municipio de Ciénaga de Oro, está localizado al Nororiente del Departamento de Córdoba, a una distancia de 36 kilómetros de la capital, Montería en la subregión del Sinú Medio. Tiene una extensión de 751 Km2 y presenta una altura sobre el nivel del mar máximo de 25 metros y una mínima de 8 metros. La cabecera urbana se localiza a los 8° 52’ 41” de Latitud Norte y 75° 37’ 27” de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich.

El municipio de Ciénaga de Oro comparte su territorio la subregión del Cinturón de San Jacinto y Anticlinorio San Jerónimo, de la subdivisión del departamento de Córdoba, según el mapa geológico de INGEOMINAS (2001). El Cinturón de San Jacinto y Anticlinorio San Jerónimo: Unidad estructural localizada adyacente a la plataforma y limitada al oriente y al occidente por los lineamientos estructurales de Romeral y Sinú, respectivamente, formado por rocas ígneas (Ultra mafitas, Basaltos de Nuevo Paraíso, Formación Cansona) y sedimentarias (Formación San Cayetano, Formación la Tampa, Formación Ciénaga de Oro, Formación El Carmen, Cerrito y Grupo Sincelejo). El Municipio de Ciénaga de Oro pertenece a la Subregión Media del Río Sinú. El Valle del Sinú es la zona agrícola más importante de la región y corresponde al Cuaternario, forma parte de la planicie fluvio-lacustre, que comprende diques naturales, basines, complejos de diques, valles estrechos y terrazas. En época de lluvia gran parte de las zonas planas se inundan formando grandes ciénagas.

En lo que respecta a las zonas quebradas, la geología está compuesta por rocas arenosas, arcillosas y calcáreas cuya edad varía desde el Cretáceo Superior hasta el Pleistoceno, principalmente de origen marino y corresponden a la margen Occidental del geosinclinal de Bolívar.

La parte Sur de Ciénaga de Oro, comprende una serie de colinas de poca altura, pertenecientes a la Serranía de San Jerónimo que dan al terreno una forma de topografía angular, con alturas no mayores de 300 m.s.n.m. El subsuelo de estas

colinas generalmente está compuesto de estratos del Terciario que fueron sedimentados por ríos cercanos a la costa en deltas y playas poco profundos formando depósitos aluviales y litorales. Estos estratos se componen de areniscas y conglomerados finos a medios. El depósito encontrado en el proyecto es: Arenitas líticas grano decrecientes de conglomeráticas a arenas de grano fino intercaladas con lodolitas y olitostromas de calizas micríticas.

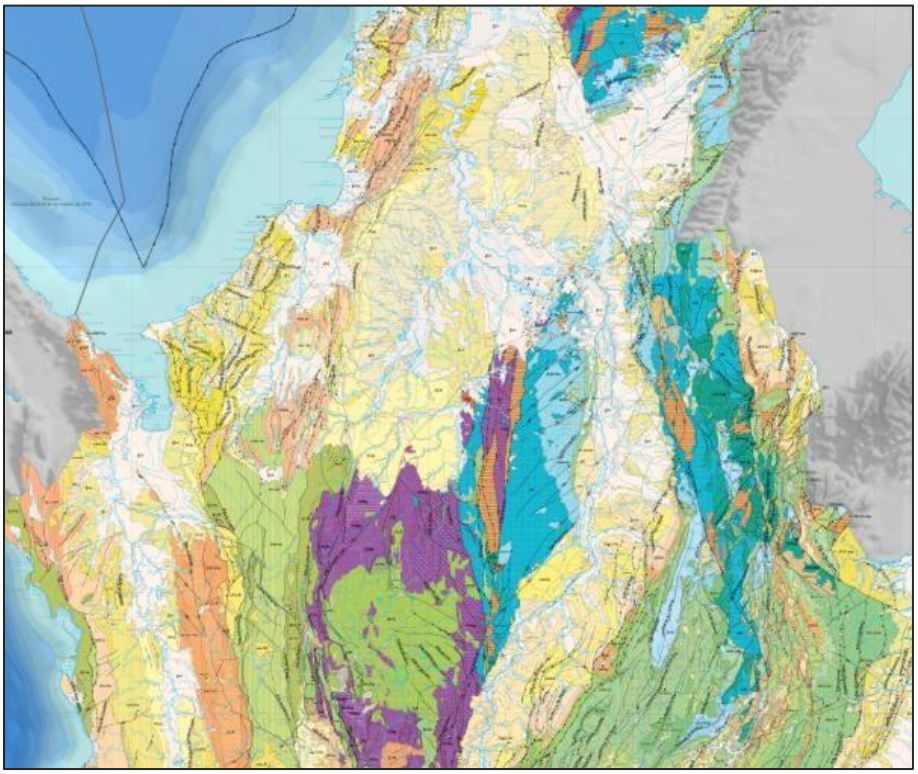


Ilustración 1. Mapa geológico de Colombia, Servicio Geológico, 2020.

3.1. Formación Ciénaga De Oro (Q-al)

El municipio de Ciénaga de Oro se localiza en la Geoestructura correspondiente a la megacuenca de sedimentación ubicada al norte y occidente de la cordillera y se extiende hasta el mar caribe, cubriendo 23.788,87 km2, lo que equivale al 95.4% del territorio del departamento de Córdoba. Geográficamente a esta pertenecen las serranías de Abibe, San Jerónimo, y Ayapel. La megacuenca está conformada por rocas sedimentarias continentales y marinas del Cretáceo – Neógeno y por

extensos de ositos del cuaternario, de origen aluvial, fluvio-lacustre, fluvio marino y marino, principalmente, lo que crea un ambiente morfogenético de depositación.

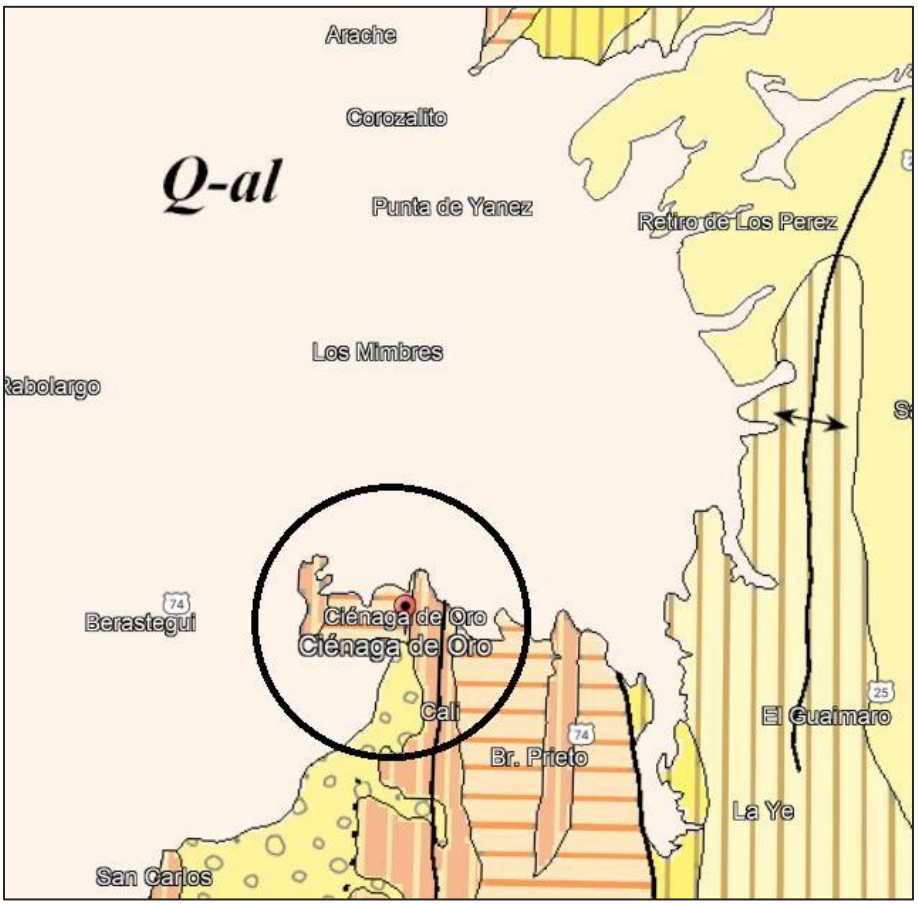


Ilustración 2. Mapa formación Q-al, Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

4. SUELOS Y TOPOGRAFÍA.

El municipio se encuentra en una zona de transición entre el Medio Sinú y la sabana cordobesa, lo que le da una mezcla de características de ambas subregiones. Está rodeado por las serranías de San Jerónimo, que penetran el territorio por el oriente y el occidente.

Predominan los suelos aluviales, formados por sedimentos depositados por los ríos, ideales para la agricultura. Son comunes los suelos franco-arcillosos, con buena capacidad de retención de agua, lo que favorece cultivos como yuca, maíz, arroz y casabe, productos típicos de la región. En zonas más elevadas, los suelos pueden ser más delgados y menos fértiles, pero útiles para pastos y ganadería extensiva.

4.1. Paisaje.

Los paisajes son grandes porciones de tierras caracterizados por una repetición de tipos de relieve y modelados, o una asociación de tipos de relieve y modelados disímiles. En el Municipio de Ciénaga de Oro encontramos la planicie y lomerío.

4.1.1. Paisaje de Planicie.

Se localiza en toda la zona central del municipio y en los corregimientos al norte del municipio entre ellos, La esperanza, Laguneta, las balsas entre otros.

4.1.2. Paisaje de Lomerío.

La parte Sur de Ciénaga de Oro, comprende una serie de colinas de poca altura, pertenecientes a la Serranía de San Jerónimo que dan al terreno una forma de topografía angular, con alturas no mayores de 300 m.s.n.m.

El paisaje lomerío ocupa una pequeña parte del territorio, corresponde a una repetición de lomas medias y alargadas separadas por una red hidrográfica moderadamente densa; el ambiente morfogenético es erosivo. Las zonas poco erosionadas comprenden relieves ligeramente ondulados sobre materiales arcillosos y a veces, materiales con arena, cascajo y gravilla.

5. FALLAS GEOLOGICAS LOCALES EN EL MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO – CORDOBA.

Se conoce como falla local, el proceso de ruptura de la corteza terrestre causado por la acción de los movimientos de placas que se mencionaron.

La falla actúa como un espacio de liberación de energía al interior de las placas y su peligrosidad, se encuentra en el hecho de ser superficial, es decir, por encontrarse próximo a las construcciones humanas, como se observa en la figura.

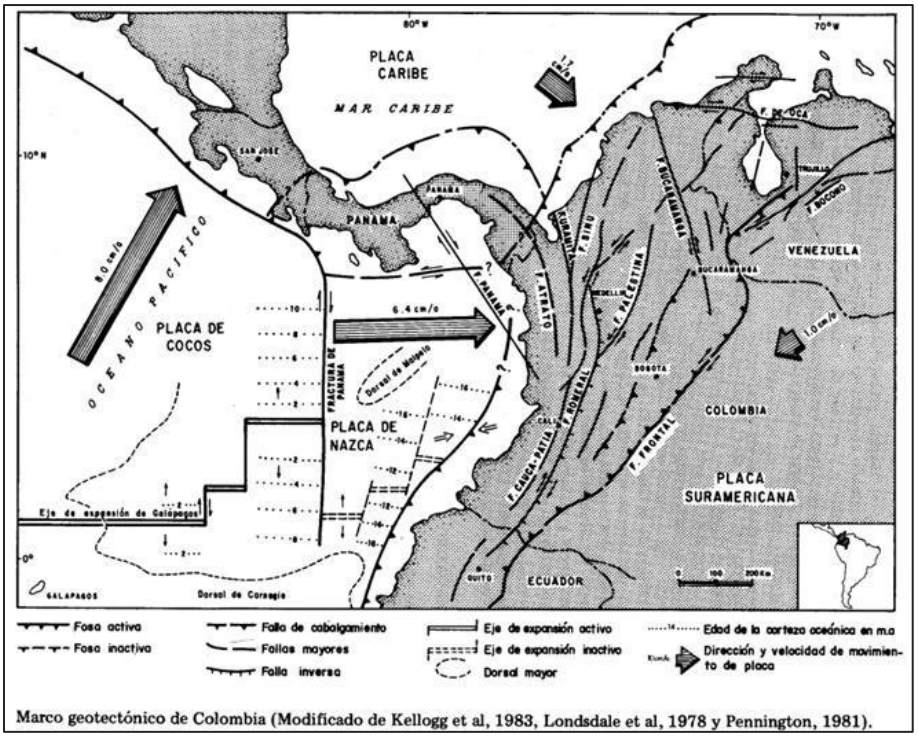
5.1. Falla local.

La falla local es el resultado de la interacción entre las placas y generalmente se localizan en zonas donde la corteza terrestre es débil y a lo largo de ellas se encuentran estructuras geológicas fracturadas o rotas. Las fallas son poco visibles en la superficie, ya sea por su profundidad o por estar cubiertas de suelo o vegetación. Entre las características especiales de la falla, está que su actividad no es continua en el tiempo. Esto dificulta el trabajo de comprobación de su existencia, actividad o inactividad.

Otra característica es que, a lo largo de la falla, pueden surgir manantiales profundos o aguas termales. Además, se puede decir que presenta un rasgo tectónico visible y son las cuencas, depresiones o valles intermontanos.

Se conocen tres tipos de movimientos de las fallas locales:

- Normal: movimiento que sigue el plano en que se encuentra la falla.
- Inverso: movimiento que se da al contrario del plano de la falla.
- Lateral: movimiento de roce, que se da siguiendo direcciones distintas en las secciones que componen el plano de la falla.



Marco geotectónico de Colombia (Modificado de Kellogg et al, 1983, Londsdale et al, 1978 y Pennington, 1981).

Ilustración 3. Falla geológica local, sitio web.

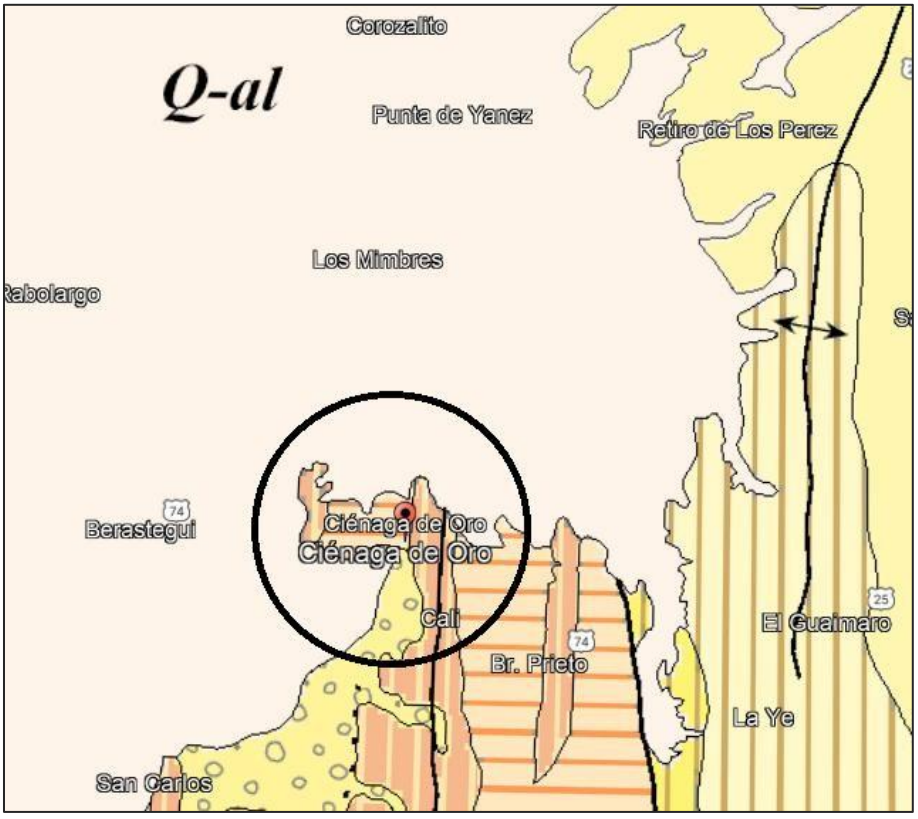


Ilustración 4. Falla geológica local, sitio web.

5.2. Sismos de la zona de influencia del proyecto

El Departamento de Córdoba se encuentra ubicado en la zona de sismicidad media. La subregión sabana ha experimentado sismos, pero ninguno de alto impacto social. Desde 1993 hasta agosto de 2015 se reporta que, en los municipios de Sincé y Buenavista, ocurrieron sismos de igual magnitud; 3.5ML; siendo la mayor intensidad registrada en este periodo de tiempo.

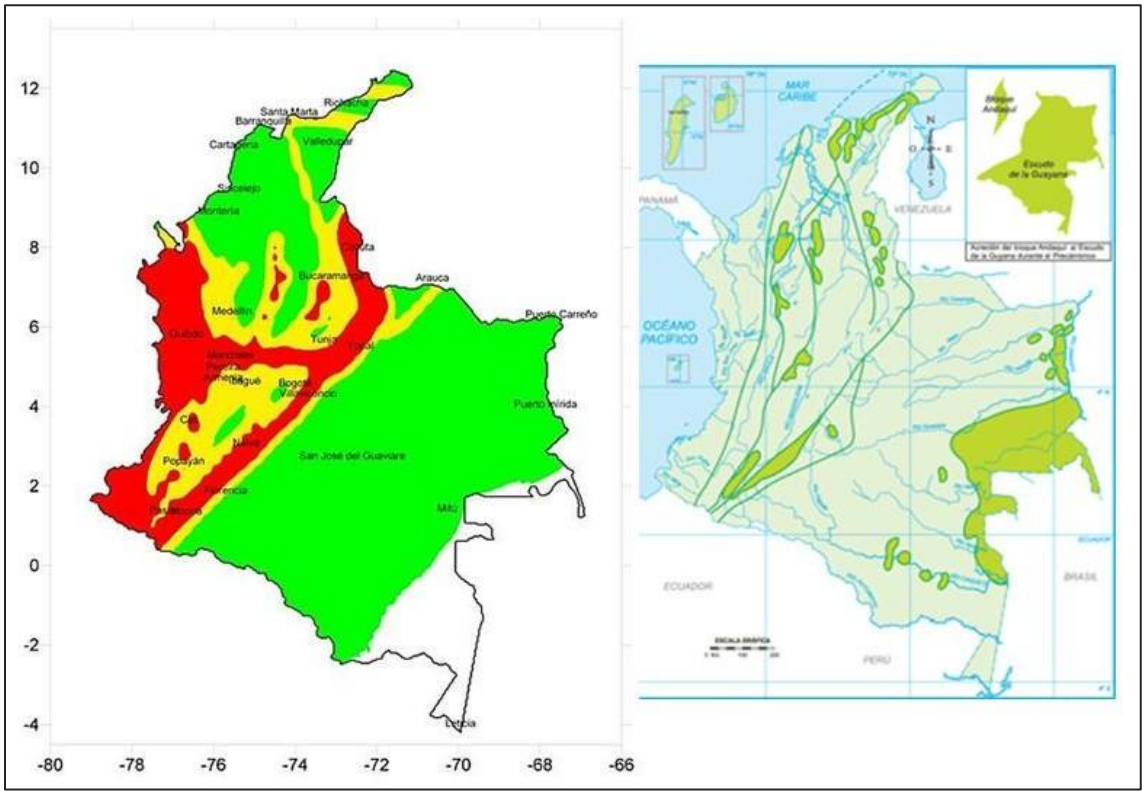


Ilustración 5. Mapa de amenaza sísmica, AIS.

En general los diferentes rasgos geológicos y tectónicos de colombiano son el producto de convergencia entre la placa de Nazca, del Caribe y el bloque andino (Placa Suramericana). Las siguientes son los sistemas de fallas y las fallas notables de tipo local y regional del país de conformidad con el Boletín Geológico del Ingeominas.

Sistema De Fallas de Romeral: Se localiza en el flanco occidental de la cordillera central y se compone de fallas inversas de ángulo alto con desplazamientos

horizontales importantes con inclinación al este y dirección Noreste. Los bloques occidentales de cada falla se levantan con respecto a los bloques orientales. El sistema de fallas de Romeral se compone de tres mega fallas con longitudes de varios centenares de kilómetros. Estas son: San Jerónimo, Silvia, Pijao y Cauca Almaguer.

Los fenómenos naturales y las actividades antrópicas cuentan con una destacada preocupación dentro de la dimensión natural y construida. Estas no solo pueden ocasionar el deterioro del suelo, su agotamiento, el potencial de uso y ocasionar impactos que, de acuerdo con su magnitud, podrían ser considerados como desastres y atentar contra las sostenibilidad ambiental y económica del municipio, sino que ponen en riesgo y peligro algunas infraestructuras, equipamientos e incluso, algunas poblaciones. De acuerdo con lo anterior, para Ciénaga de Oro se identifican los siguientes tipos de amenazas: Amenazas por fenómenos climáticos; por degradación del suelo erosión y remoción en masa; por incendios forestales y por degradación ambiental (desecación de cuerpos de aguas y contaminación de su base natural).

6. GENERALIDADES.

El estudio de suelo que se realizó en el área dispuesta para el proyecto **CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA**, Muestra los resultados obtenidos de los diferentes ensayos de laboratorio efectuados a las muestras de suelo extraídas en la exploración en campo realizada mediante la utilización de un equipo mecánico de barrenado y además obtener muestras inalteradas mediante Tubos Shelby y remoldeadas tanto del ahoyador como del barreno helicoidal.

De cada perforación se obtuvo muestras representativas del terreno cada metro de profundidad aproximadamente, con el fin de llevarlas al laboratorio para realizarles las pruebas necesarias para identificar las propiedades y características del terreno de fundación.

ESTRUCTURA	UBICACION
CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA	Latitud: 8°52'18.84"N Longitud: 75°36'30.88"O **MUNICIPIO DE CIENAGA DE ORO CORDOBA**

Tabla 1. Localización de la estructura, fuente elaboración propia

El estudio de suelo consta de una parte relacionada con la exploración de campo, de los ensayos realizados y de sus respectivos resultados obtenidos. Consta además de la parte de análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio y las observaciones realizadas en el área de construcción, con los cuales se procede a establecer el tipo de cimentación más adecuada para el proyecto.

6.1. Objeto y Alcance del Estudio.

Este informe tiene incluido los resultados de la exploración de campo y de los ensayos de laboratorio realizados en el estudio de suelos, además tiene como objeto principal el de resolver los aspectos relativos a la capacidad de soporte de la estructura proyectada.

De acuerdo con la información suministrada por los solicitantes, el proyecto a desarrollar consiste en la construcción de una edificación de dos plantas y cubierta.

Estructuralmente se contempla un sistema de construcción tradicional, con columnas y vigas construidas en concreto reforzado y muros en mampostería.

7. LOCALIZACIÓN.



Ilustración 6. Localización de Ciénaga de Oro, sitio web.

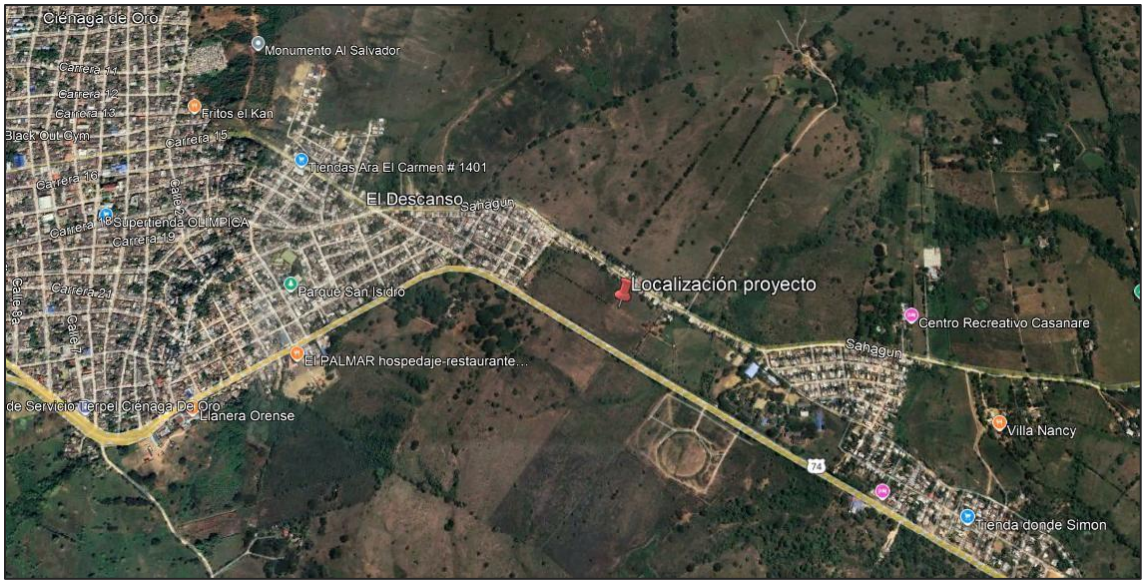


Ilustración 7. Localización de Ciénaga de Oro, Google Earth.

8. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Con el estudio geotécnico, se busca obtener información técnica confiable sobre las condiciones del terreno donde se desarrollará el proyecto. Por lo que se hace necesario definir el alcance de la investigación geotécnica y asegurar que los resultados obtenidos sean adecuados para el diseño y la planificación de las obras civiles contempladas. Por lo anterior se definen los siguientes objetivos:

- Obtener información sobre las condiciones estratigráficas del terreno.
- Evaluar la conveniencia general del lugar y sus alrededores para la obra propuesta.
- Permitir la preparación de un diseño adecuado y económico, incluyendo el diseño de obras temporales.
- Proyectar el mejor método de construcción; predecir y contrarrestar las dificultades y retrasos que puedan surgir durante la construcción debido a las condiciones del terreno o de la zona.
- Determinar las variaciones que pueden surgir en las condiciones ambientales y del terreno, ya sea en forma natural o como resultado de las obras adyacentes o el medio ambiente en general.
- Cuando existen alternativas, evaluar la conveniencia relativa de diferentes lugares o diferentes partes del mismo lugar.
- Estipular las propiedades mecánicas encontradas en el subsuelo.
- Establecer la profundidad de aguas freáticas en el caso que se presenten.

- Utilizar la información anterior, para así poder facilitar las siguientes determinaciones:

    - Selección del tipo y de la profundidad de la cimentación más adecuada.
    - Evaluación de la capacidad portante admisible del suelo de fundación.
    - Determinación de los problemas de drenaje por escorrentías superficiales.
    - Establecimiento de los parámetros de construcción.

El alcance del estudio de suelo son los siguientes:

- Obtener información sobre los límites de consistencia.

- Determinar las propiedades mecánicas del suelo.

9. INVESTIGACIÓN DEL SUBSUELO.

En concordancia con el numeral H.3.2, de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente – NSR-10, comprende el estudio y el conocimiento del origen geológico, la exploración, los ensayos de campo y los laboratorios necesarios para cuantificar las características físico-mecánicas e hidráulicas del subsuelo. Antes de realizar la investigación, se recopilaron y evaluaron todos los datos disponibles sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto. En el sitio en referencia, se realizó una inspección, y se encontró que en las perforaciones predomina superficialmente una capa de arcilla con material orgánico de media plasticidad de características finas con colores variables entre el amarillo con betas grises y el amarillo claro, y luego una capa de material tipo arcilla inorgánica de media plasticidad de color amarillo a gris verdoso.

La metodología que se llevó a cabo para la realización de los sondeos es la normalizada como ASTM D 1586, conocida como Ensayo de Penetración Estándar (STANDARD PENETRATION TEST, SPT). Para los tramos de perforación por percusión y lavado se utilizó un equipo adicionado con una pesa de 620 N y con caída libre de 0.76 m. La densidad "in situ" de los suelos se determinó mediante ensayos normales de penetración con intervalos no mayores de 1 m.

El ensayo consiste en contar el número de golpes necesarios para hacer penetrar un elemento normalizado (penetrómetro) una distancia de 0.3 m. en el suelo de fundación.

Los resultados obtenidos con la prueba S.P.T. sirven para correlacionar características de los suelos, tales como: peso unitario, densidad relativa, consistencia, ángulo de fricción interna y resistencia a la compresión inconfinada entre otros; sin embargo, estas correlaciones deben estar acompañadas de un criterio adecuado basado en la experiencia del Ingeniero Geotécnico.

9.1. Perfil estratigráfico del sondeo No. 1:

DATOS DEL SONDEO			PERFIL DEL SUELO	
DETALLE	Profundidad. Mts.			
	De	Hasta		DESCRIPCIÓN
	0.00	0.10		
SONDEO No. 1	0.10	1.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron
	1.00	2.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas
	2.00	3.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas
	3.00	4.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas
	4.00	5.00		Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro
	5.00	6.00		Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro

Tabla 2. Perfil estratigráfico Sondeo No. 1, fuente elaboración propia

9.2. Perfil estratigráfico del sondeo No. 2:

DATOS DEL SONDEO			PERFIL DEL SUELO	
DETALLE	Profundidad. Mts.			
	De	Hasta		DESCRIPCIÓN
	0.00	0.10		
SONDEO No. 2	0.10	1.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron
	1.00	2.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas
	2.00	3.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas
	3.00	4.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas
	4.00	5.00		Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro
	5.00	6.00		Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro

Tabla 3. Perfil estratigráfico Sondeo No. 2, fuente elaboración propia

9.3. Perfil estratigráfico del sondeo No. 3:

DATOS DEL SONDEO			PERFIL DEL SUELO	
DETALLE	Profundidad. Mts.			
	De	Hasta		DESCRIPCIÓN
	0.00	0.10		
SONDEO No. 3	0.10	1.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron
	1.00	2.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas
	2.00	3.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas
	3.00	4.00		Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas
	4.00	5.00		Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro
	5.00	6.00		Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro

Tabla 4. Perfil estratigráfico Sondeo No. 3, fuente elaboración propia

Se realizó ensayo de muestras alteradas, para determinar la capacidad portante de este suelo, las muestras se obtuvieron en el sitio de trabajo con el ensayo de penetración estándar (SPT).

9.4. Información Previa.

De acuerdo con el numeral H.3.2.1, de la NSR-10, Al iniciar la investigación, se recopilaron y evaluaron todos los datos disponibles sobre las condiciones del sitio y las características del proyecto.

Para el efecto se realizó una inspección de campo, se verificó la existencia de otros estudios de suelo ejecutados y se solicitaron las características de éste.

9.5. Sitio de ejecución.

9.5.1. Geometría y Extensión.

El terreno donde se construirá el escenario deportivo tiene una forma geométrica rectangular y ocupa un área aproximada de 7.500 M2 aproximadamente.

9.5.2. Geología.

Se debe mencionar una descripción geológica general del Departamento de Córdoba en base a estudios realizados, tanto por entidades del gobierno como por empresas privadas.

10. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y AMBIENTALES.

10.1. Sismicidad del Entorno.

El Municipio de Ciénaga de Oro y gran parte del Departamento de Córdoba, se encuentra en una zona de riesgo sísmico Intermedio, de acuerdo con la normatividad del Código Colombiano de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10.

Con base a lo estipulado en el Código, el análisis estructural sísmico de la edificación, así como la evaluación de la influencia del suelo, se llevará a cabo con los siguientes parámetros:

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s > $\bar{v}_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s> $\bar{v}_s \geq 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} \geq 50$, o $\bar{s}_u \geq 100$ kPa (≈1 kgf/cm²)
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s > $\bar{v}_s \geq 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	50 > $\bar{N} \geq 15$, o 100 kPa (≈1 kgf/cm²) > $\bar{s}_u \geq 50$ kPa (≈0.5 kgf/cm²)
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s > $\bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total **H** mayor de 3 m de arcillas blandas	**IP** > 20 **w** ≥ 40% 50 kPa (≈0.50 kgf/cm²) > $\bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo **F** requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista de acuerdo con el procedimiento de A.2.10. Se contemplan las siguientes subclases: F_1 — Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como: suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F_2 — Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (**H** > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F_3 — Arcillas de muy alta plasticidad (**H** > 7.5 m con índice de Plasticidad **IP** > 75) F_4 — Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (**H** > 36 m)	

Tabla 5. Tabla A.2.4-1 perfiles de suelo, fuente NSR-10.

10.2. Coeficiente de sitio.

Se prescriben dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, ***Fa*** y ***Fv***, los cuales afectan la zona del espectro de períodos cortos y períodos intermedios, respectivamente. Los efectos locales de la respuesta sísmica de la edificación deben evaluarse con base en los perfiles de suelo.

10.3. Tipo de perfil de suelo.

Como criterio para la selección del perfil de suelo se utiliza el procedimiento de clasificación dado en el numeral A.2.4.5 del título A de la NSR-10:

- Paso 1: Se verificó inicialmente que el suelo no es susceptible a fenómenos de licuación o colapso, su contenido orgánico no es apreciable y no presentaron índices plásticos mayores al 75%, con lo cual se descarta que sean tipo F.

- Paso 2: Posteriormente se analizó la existencia de estratos arcillosos de más de 3.00 m de espesor cuyas resistencias al corte no drenado son inferiores a 50KPa (50KPa > $\bar{\bar{\bar{S}}}u$), estas tienen un contenido de agua menor o igual al 40% y un índice de plasticidad menor al 20%, por lo cual el perfil de suelo no cumple con los parámetros para ser clasificado como tipo E.

- Paso 3: El perfil se debe clasificar usando uno de los siguientes criterios: Vs, N o Su, en este caso se realizará con el valor de resistencia al corte no drenado (Su), debido a que no se cuenta con un ensayo que indique el valor de la velocidad de onda (Vs), y con información suficiente de números de golpes (N).

Tipo de perfil	$\bar{v}_s$	$\bar{N}$ o $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa (≈ 1 kgf/cm²)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm²)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa (≈0.5 kgf/cm²)

Tabla 6. Tabla A.2.4-2 criterios para clasificar suelos, fuente NSR-10.

El perfil del suelo es tipo D.

Para los valores de Fa y Fv, de acuerdo con la NSR-10, se tiene:

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 7. Tabla A.2.4-3 valores del coeficiente Fa, fuente NSR-10.

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Tabla 8. Tabla A.2.4-4 valores del coeficiente Fv, fuente NSR-10.

$$F_a = 1.6$$

$$F_v = 2.4$$

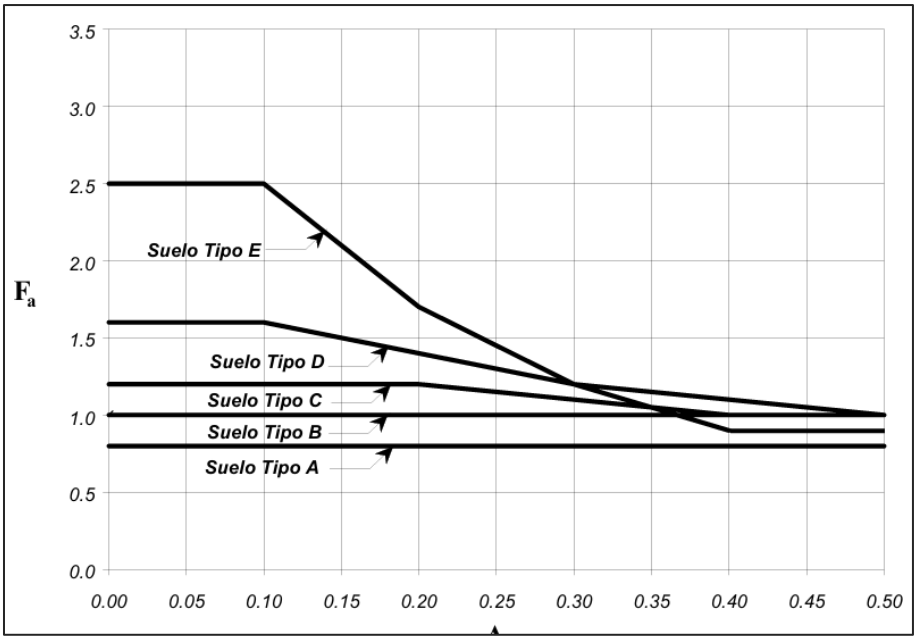


Ilustración 8 Figura A.2.4-1 – Coef. de amplificación Fa del suelo, NSR-10.

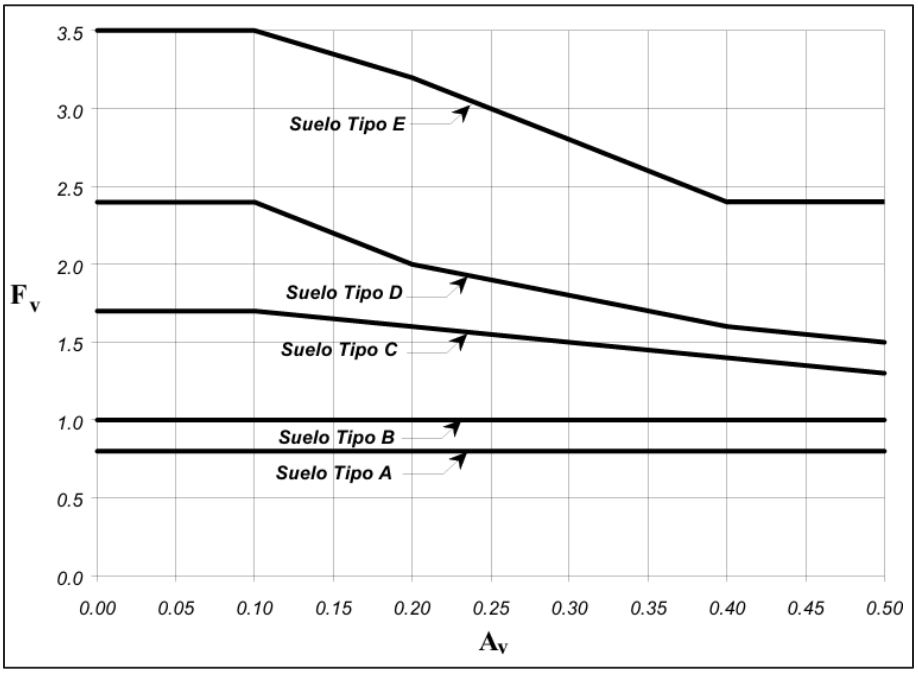


Ilustración 9 Figura A.2.4-2 – Coef. de amplificación Fv del suelo, NSR-10.

10.4. Coeficiente de Importancia.

Grupo III — Edificaciones de atención a la comunidad — Este grupo comprende aquellas edificaciones, y sus accesos, que son indispensables después de un temblor para atender la emergencia y preservar la salud y la seguridad de las personas, exceptuando las incluidas en el grupo IV. Este grupo debe incluir:

a) Estaciones de bomberos, defensa civil, policía, cuarteles de las fuerzas armadas, y sedes de las oficinas de prevención y atención de desastres.
b) Garajes de vehículos de emergencia.
c) Estructuras y equipos de centros de atención de emergencias.
d) Guarderías, escuelas, colegios, universidades y otros centros de enseñanza.
e) Aquellas del grupo II para las que el propietario desee contar con seguridad adicional.
f) Aquellas otras que la administración municipal, distrital, departamental o nacional designe como tales.

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

Tabla 9. Tabla A.2.5-1 valores del coeficiente de importancia, fuente NSR-10.

10.5. Coeficiente que representa la Aceleración Pico efectiva, para el umbral de daño.

$Aa = 0.10$

$Av = 0.20$

$Fa = 1.6$

$Fv = 2.0$

Ad = 0.04 (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño).

Ae = 0.08 (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada).

El perfil del suelo es D.

Grado de disipación de energía DMO

Coeficiente de disipación de energía Ro = 5.00

10.6. Clima.

El Municipio de Ciénaga de Oro, posee un clima cálido, con temperaturas medias entre 29 y 35° C. Se han registrado temperaturas máximas a la sombra de 40.5° C y mínimas de 17,5° C.

10.7. Ensayos de Laboratorio.

En las perforaciones ejecutadas se tomaron muestras de naturaleza alterada, las cuales se consideran representativas del perfil natural del terreno.

Las muestras recuperadas fueron clasificadas en forma visual “IN SITU” y se seleccionaron algunas para ser sometidas a los ensayos principales en el laboratorio de acuerdo con las necesidades del estudio. Se ejecutaron los ensayos de humedad natural, límites de consistencia, granulometría.

11. ACCIDENTES GEOMORFOLOGICOS.

El terreno posee una configuración topográfica Plana, y una altura promedio de 0.5 m sobre el nivel de la vía existente, configuración la cual tomamos como representativa para el terreno en estudio de acuerdo con esta característica la construcción no presentará ningún tipo de complicación en toda la ejecución del proyecto.

Durante la investigación de campo realizada, no se detectó agrietamiento en los muros vecinos y en las zonas aledañas del proyecto como cavernas, oquedades, corrimientos, etc., que representen riesgo alguno para la estabilidad de la estructura proyectada.

12. CLASIFICACION DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCION.

De acuerdo con la NSR-10, una unidad de construcción se define como:

a) Una edificación en altura.
b) Grupo de construcciones adosadas, cuya longitud máxima en planta no exceda los 40 m.
c) Cada zona separada por juntas de construcción.
d) Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m.
e) Cada fracción del proyecto con alturas, cargas o niveles de excavación diferentes.

Para este caso se clasifica de acuerdo con el inciso d, Construcciones adosadas de categoría baja, hasta una longitud máxima en planta de 80 m.

12.1. Categoría de la edificación.

Las unidades de construcción se clasifican en Baja, Media, Alta y Especial, según el número total de niveles, de acuerdo con la siguiente tabla:

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 10. Tabla H.3.1-1 clasificación unidades de construcción, fuente NSR-10.

De acuerdo con la tabla 16, para nuestro caso de estudio se establece que la categoría de unida de la unidad de construcción es baja, ya que no supera los 3 niveles.

12.2. Variabilidad del subsuelo.

H.3.1.3.1 - Variabilidad baja **–** Para este proyecto se evidenció que en el subsuelo no existen variaciones importantes entre el lugar programado para una perforación y sus vecinas. El suelo presenta formaciones geológicas simples, presenta

materiales de espesores y características mecánicas aproximadamente homogéneas, cubren grandes áreas con materiales uniformes, su pendiente es baja y uniforme, y en general suelos con pendientes transversales de hasta 15%.

12.4. Grado de complejidad.

Complejidad del proyecto

Categoría Edificación	Variabilidad del Subsuelo		
	Baja	Media	Alta
Normal	I	I	II
Intermedia	II	II	III
Alta	III	III	III
Especial	III	IV	IV

Tabla 11. Grados de Complejidad, fuente NSR-10.

La complejidad del proyecto es **Normal Baja.**

13. EXPLORACION DE CAMPO.

Para llevar a cabo el presente estudio fueron ejecutadas nueve (09) exploraciones según el inciso H.3,2,5 (d) de la norma NSR-10, para determinar las características del suelo de fundación.

Durante la exploración de campo fueron practicados ensayos de extracción manual de muestras de naturaleza alterada y también inalteradas de donde se obtuvieron los diferentes valores para hallar la resistencia del terreno en sitio y para observar los diferentes tipos de suelos que conforman el subsuelo para su respectiva clasificación sobre muestras representativas que serán utilizadas para caracterizar los posibles horizontes del perfil geotécnico encontrado.

De estas exploraciones el suelo es similar y corresponde a una arcilla limosa y arenas con grava suelos, categorizados como SC-CL y SM de acuerdo la clasificación estándar USC.

13.1. Localización de los sondeos.

Los tres sondeos ejecutados, se distribuyeron en el área de influencia del proyecto:

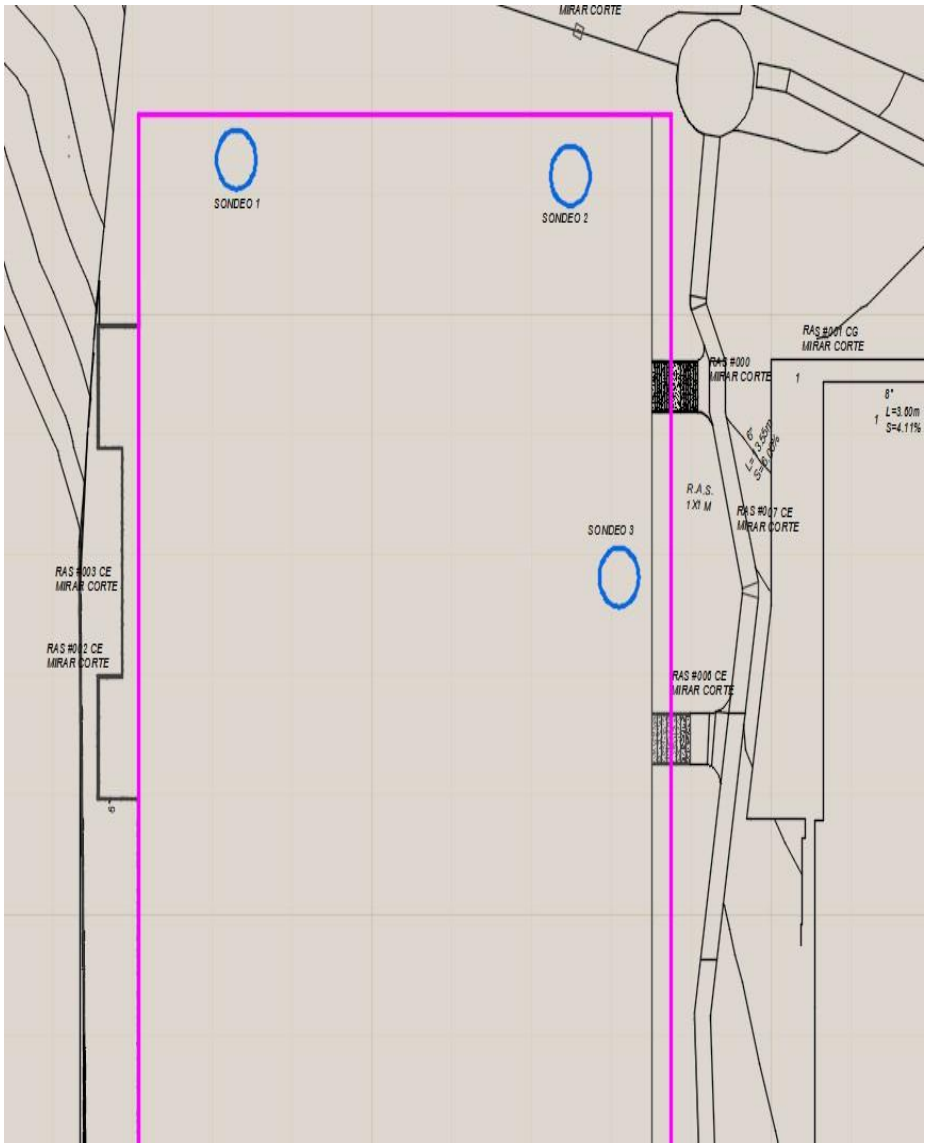


Ilustración 10. Localización de sondeos, fuente elaboración propia.

13.2. Análisis estratigrafía sondeo No. 1:

No Sondeo	Latitud	Longitud
1	8°52'21.54"N	75°36'33.37"O

Tabla 12. Ubicación sondeo No. 1, fuente elaboración propia.

Del resumen anterior y del análisis de los registros de perforación se deduce que el subsuelo del lugar está conformado por tres tipos de material, una primera capa predominante compuesto por arcillas de media a alta plasticidad con abundante

material orgánico como raíces y algo de gravas de color marrón, este material se halló hasta profundidades cercanas a los 1.90 m.

Otro material conformado por suelos de naturaleza fina arcillosa tipo cascajo de media plasticidad consistencia media a dura, de color amarillo con betas rojas.

Finalmente se encontró un material conformado por suelos de naturaleza arenosa y algo de material granular de baja a nula plasticidad consistencia dura, de color gris claro. Se encontró con las mismas características hasta el final de la exploración.

Peso unitario seco (g/cm3)	**Angulo de fricción interna**	**SPT**	**Clasificación De Los Suelos**		
γd	**Grados**	**# Golpes**	**USCS**	**Descripción**	**Consistencia**
2.00	30	12-15-17	SC-CL	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marrón	Media
1.78	30	13-16-18	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marrón con betas amarillas	Media
1.77	30	12-14-19	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
1.78	30	11-15-20	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
1.84	20	12-14-17	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media
1.98	20	12-15-18	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media

Tabla 13. Características sondeo No. 1, fuente elaboración propia.

13.2.1. Nivel freático.

Durante las operaciones de exploración subsuperficiales se detectó a una profundidad de 3.00 metros la presencia de niveles de aguas freáticas como producto de infiltraciones de escorrentías superficiales o productos de aguas del subsuelo.

13.3. Análisis estratigrafía sondeo No. 2:

No Sondeo	Latitud	Longitud
2	8°52'19.88"N	75°36'31.92"O

Tabla 14. Ubicación sondeo No. 2, fuente elaboración propia.

Del resumen anterior y del análisis de los registros de perforación se deduce que el subsuelo del lugar está conformado por tres tipos de material, una primera capa predominante compuesto por arcillas de media a alta plasticidad con abundante material orgánico como raíces y algo de gravas de color marrón, este material se halló hasta profundidades cercanas a los 1.80 m.

Otro material conformado por suelos de naturaleza fina arcillosa tipo cascajo de media plasticidad consistencia media a dura, de color amarillo con betas rojas.

Finalmente se encontró un material conformado por suelos de naturaleza arenosa y algo de material granular de baja a nula plasticidad consistencia dura, de color gris claro. Se encontró con las mismas características hasta el final de la exploración.

Peso unitario seco (g/cm3)	Angulo de fricción Interna	SPT	Clasificación De Los Suelos		
γd	**Grados**	**# Golpes**	**USCS**	**Descripción**	**Consistencia**
2.00	31	13-15-19	SC-CL	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marrón	Media

1.80	31	12-16-20	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marrón con betas amarillas	Media
1.75	31	13-15-20	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
1.70	31	12-16-21	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
1.77	20	12-15-17	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media
2.00	20	13-16-19	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media

Tabla 15. Características sondeo No. 2, fuente elaboración propia.

13.3.1. Nivel freático.

Durante las operaciones de exploración subsuperficiales se detectó a una profundidad de 3.00 metros la presencia de niveles de aguas freáticas como producto de infiltraciones de escorrentías superficiales o productos de aguas del subsuelo.

13.4. Análisis estratigrafía sondeo No. 3.

No Sondeo	Latitud	Longitud
3	8°52'21.14"N	75°36'33.54"O

Tabla 16. Ubicación sondeo No. 3, fuente elaboración propia.

Del resumen anterior y del análisis de los registros de perforación se deduce que el subsuelo del lugar está conformado por tres tipos de material, una primera capa predominante compuesto por arcillas de media a alta plasticidad con abundante material orgánico como raíces y algo de gravas de color marrón, este material se halló hasta profundidades cercanas a los 1.85 m.

Otro material conformado por suelos de naturaleza fina arcillosa tipo cascajo de media plasticidad consistencia media a dura, de color amarillo con betas rojas.

Finalmente se encontró un material conformado por suelos de naturaleza arenosa y algo de material granular de baja a nula plasticidad consistencia dura, de color gris claro. Se encontró con las mismas características hasta el final de la exploración.

Peso unitario seco (g/cm3)	**Angulo de fricción interna**	**SPT**	**Clasificación de los suelos**		
γd	**Grados**	**# Golpes**	**USCS**	**Descripción**	**Consistencia**
1.30	31	11-12-14.	SC-CL	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marrón	Media
1.36	31	13-14-15.	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marrón con betas amarillas	Media
1.40	31	12-13-18.	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
1.50	31	11-15-17.	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
1.57	20	12-14-17.	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media
1.60	20	12-15-18.	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media

Tabla 17. Características sondeo No. 3, fuente elaboración propia.

13.4.1. Nivel freático.

Durante las operaciones de exploración subsuperficiales se detectó a una profundidad de 3.00 metros la presencia de niveles de aguas freáticas como producto de infiltraciones de escorrentías superficiales o productos de aguas del subsuelo.

14. TIPO Y NUMERO DE ENSAYOS

El ingeniero responsable del estudio podrá realizar pruebas de campo para determinar propiedades geomecánicas, siempre que utilice equipos y metodologías de reconocida aceptación técnica, debidamente calibrados y certificados. Los resultados obtenidos deberán estar respaldados por correlaciones confiables y ampliamente aceptadas con ensayos convencionales, sustentadas en experiencias documentadas y publicadas, y deberán incluir la determinación de los intervalos más probables de confiabilidad.

tipo y número de ensayos depende de las características propias de los suelos o materiales por investigar, del alcance proyecto y del criterio del ingeniero geotecnista.

Se realizaron sondeos, según la NSR 10, y las muestras fueron tomadas cada un (01) mts de profundidad.

15. ENSAYOS PARA LOS SUELOS.

Para suelos, como mínimo, se deben realizar ensayos de clasificación completa para cada uno de los estratos o unidades estratigráficas, sus niveles de humedad natural y análisis granulométrico.

ENSAYO	NORMA	EQUIPOS
Tamizado mecánico	I.N.V. E-123-07	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01g y 0.1%.
Límite líquido	I.N.V. E-125-07	Cazuela de Casagrande, vidrio, espátula, ranurador, recipientes, balanza y horno.
Límite plástico	I.N.V. E-126-07	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superficie plana para enrollamiento.
Determinación de humedad	I.N.V. E-122-07	Horno, balanza, recipientes.

Tabla 18. Ensayos por realizar sobre las muestras extraídas, fuente elaboración propia.

16. CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS.

16.1. Límite líquido

El contenido de agua tal que, para un suelo, fija la división entre el estado casi líquido y plástico, es visto como una medida de la resistencia al corte del suelo a un determinado contenido de humedad.

El límite líquido es análogo a un ensayo de resistencia, y Casagrande encontró que cada golpe del ensayo de laboratorio necesario para cerrar el surco en la cazuela corresponde a un esfuerzo cortante cercano a 1 gr/cm².

Se podría entonces decir que el límite líquido representa para todos los suelos un valor de resistencia al corte 18.70 gr/cm² a diferentes humedades según el tipo de suelo.

El límite líquido promedio para el sondeo No 1 es del 30.55%.

El límite líquido promedio para el sondeo No 2 es del 30.05%.

El límite líquido promedio para el sondeo No 3 es del 26.05%.

LÍMITE LÍQUIDO	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	49.7	45	48.7
1.00 - 2.00 mts	44.8	46.1	30.8
2.00 - 3.00 mts	44.6	43.8	28.9
3.00 - 4.00 mts	44.2	45.4	47
4.00 - 5.00 mts	0	0	0
5.00 - 6.00 mts	0	0	0

Tabla 19. Resumen de limite liquido sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.2. Índice de plasticidad.

En el rango de humedades en que el suelo comienza a comportarse como un líquido y comienza a comportarse como un sólido, este puede generar deformaciones sin que se generen fisuras en dicho suelo, este rango es conocido como índice plástico, y entre mayor sea el valor, mayor es el rango en que puede deformarse, situación

no deseable ya que entre mayores deformaciones aparezcan mayores asentamientos sufren las estructuras que son construidas en estos suelos y la probabilidad de agrietamiento es alta.

El índice plástico promedio para el sondeo No 1 es del 14.66%.

El índice plástico promedio para el sondeo No 2 es del 14.01%.

El índice plástico promedio para el sondeo No 3 es del 9.96%.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	29.2	19.3	20.6
1.00 - 2.00 mts	18	21.5	9.1
2.00 - 3.00 mts	22	21.7	6.6
3.00 - 4.00 mts	18.8	21.6	23.5
4.00 - 5.00 mts	0	0	0
5.00 - 6.00 mts	0	0	0

Tabla 20. Resumen índice de plasticidad sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.3. Humedad natural.

Los suelos no cohesivos o arenas son permeables y no retienen agua salvo en la superficie y vacíos de las partículas, el porcentaje de agua contenida en una arena nos da una idea de la absorción que logra esta arena, mas no nos indica si el suelo está en un estado diferente al sólido como ocurre para suelos arcillosos que pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo de la humedad natural.

Así este tipo de suelo cohesivo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico, semilíquido y líquido, es decir al agregarle agua, pasa gradualmente del estado sólido al estado plástico y finalmente al estado líquido.

El contenido de agua con que se produce el cambio de estado varía de un suelo arcilloso a otro dependiendo de los valores de límites de Atterberg los cuales nos da una idea entre que rangos de humedad el suelo presenta un comportamiento plástico, es decir, acepta deformaciones sin romperse (plasticidad), es decir, la propiedad que presenta los suelos hasta cierto límite sin romperse.

La humedad natural promedio para el sondeo No. 1 es del 10.80%.

La humedad natural promedio para el sondeo No. 2 es del 9.83%.

La humedad natural promedio para el sondeo No. 3 es del 13.61%.

HUMEDAD NATURAL	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00mts	10.5	9.8	12
1.00 - 2.00mts	10.5	9.9	13.2
2.00 - 3.00mts	9.8	10.5	14
3.00 - 4.00mts	9.8	9.5	12.5
4.00 - 5.00mts	13.2	10.1	14
5.00 - 6.00mts	11	9.2	16

Tabla 21. Resumen humedad natural sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.4. Porcentaje retenido tamiz No. 4.

La importancia del tamiz No. 4 radica en el hecho de ser la frontera de lo que determina la franja fina y la franja gruesa de un suelo.

Todo material que pasa el tamiz No. 4 es considerado arena media, arena fina, limo y/o arcilla, sin embargo, la franja gruesa determina que tan granular es un suelo de manera que si el retenido es mayor del 60% es más gravoso y si es menor es más arenoso y menos gravoso.

Siempre es preferible un suelo cuyo valor retenido en el tamiz No. 4 este entre 40% y 60%; más de la frontera superior el material es una grava y la probabilidad de llenar los vacíos es poca y dependiendo de su resistencia al desgaste en la máquina de Los Ángeles, podremos tener o no, una tendencia al asentamiento por la posible ruptura de las partículas gruesas; por el contrario un valor menor en la frontera inferior nos muestra un suelo con poca probabilidad de confinado desembocando en poca capacidad de compactación.

No se evidencia cantidad significativa de material retenido en el tamiz No. 4. Para los diferentes sondeos.

PORCENTAJE RETENIDO TAMIZ No. 4	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	0	0	0
1.00 - 2.00 mts	0	0	0
2.00 - 3.00 mts	0	0	0
3.00 - 4.00 mts	0	0	0
4.00 - 5.00 mts	8.8	6.4	7.2
5.00 - 6.00 mts	5.8	7.2	10.2

Tabla 22. Resumen % retenido tamiz No. 4, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.5. Porcentaje que pasa tamiz No. 10.

El tamiz No. 10 es la frontera entre las gravas y las partículas pequeñas como las arenas y los finos, en particular lo que pase por este tamiz tiene arena gruesa mientras tanto lo que pasa por el tamiz No. 40 no posee arenas gruesas sino finas y demás partículas limosas y arcillosas.

Este tamiz es tomado en cuenta en cuanto a rellenos se refiere y se prefiere siempre aquellos suelos cuyo valor este igual o inferior a 80%.

El porcentaje promedio para el sondeo No. 1 que pasa este tamiz es mayor del 90%.

El porcentaje promedio para el sondeo No. 2 que pasa este tamiz es mayor del 89%.

El porcentaje promedio para el sondeo No. 3 que pasa este tamiz es mayor del 90%.

PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ No. 10	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	100	97.1	100
1.00 - 2.00 mts	100	98.5	100
2.00 - 3.00 mts	100	98	100
3.00 - 4.00 mts	100	97.1	100
4.00 - 5.00 mts	73.5	77.4	68.3
5.00 - 6.00 mts	84.1	69.5	69.2

Tabla 23. Resumen % retenido tamiz No. 10, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.6. Porcentaje que pasa tamiz No. 40

Todo material que pase por el tamiz No. 40 es considerado muy fino, no obstante parte de esa finura está compuesta por arenas y otra parte por partículas no deseadas conocidas como los limos y arcillas que son altamente compresibles y susceptibles de asentamiento incontrolados.

El porcentaje promedio para el sondeo No. 1 que pasa este tamiz es cerca del 80%.

El porcentaje promedio para el sondeo No. 2 que pasa este tamiz es cerca del 80%.

El porcentaje promedio para el sondeo No. 3 que pasa este tamiz es cerca del 80%.

PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ No. 40	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	96.5	92.8	93.3
1.00 - 2.00 mts	97.1	94.2	97.8
2.00 - 3.00 mts	94.2	93.6	94.4
3.00 - 4.00 mts	95.7	91.4	94.3
4.00 - 5.00 mts	51.5	55.7	60.9
5.00 - 6.00 mts	71.1	49.4	48.8

Tabla 24. Resumen % retenido tamiz No. 40, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.7. Porcentaje que pasa tamiz No. 200.

Es variable el porcentaje que pasa en el tamiz No. 200 deseado, preferiblemente es importante que dicho valor sea cero (0) ya que estas partículas son consideradas no deseables, pero existen ocasiones en las que si son deseables ya que ellas cargan con el cementante natural que ayuda a abrazar las partículas y lograr una mayor densidad del suelo y por lo tanto mayor dureza.

La presencia de partículas que pasan el tamiz No. 200 tales como los limos y las arcillas bloquean el ágil paso del flujo de agua a través del suelo y logra almacenarla, esta situación siempre es preferible evitarla. A pesar de todo, el material fino siempre puede aparecer y se establecen criterios ingenieriles que permite tolerar la presencia de ellos y que después de cierto límite los suelos deben ser sustituidos o adecuados.

Para uso en la construcción se desea que no supere el 35%.

El porcentaje que pasa el tamiz No. 200 promedio para el sondeo No. 1 es del 67.45%.

El porcentaje que pasa el tamiz No. 200 promedio para el sondeo No. 2 es del 65.23%.

El porcentaje que pasa el tamiz No. 200 promedio para el sondeo No. 3 es del 54.13%.

PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ No. 200	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	90.1	87	78.9
1.00 - 2.00 mts	91.3	88.1	52.4
2.00 - 3.00 mts	87	86.3	63.4
3.00 - 4.00 mts	89.3	84.1	87.1
4.00 - 5.00 mts	25.0	28.1	26.1
5.00 - 6.00 mts	22.0	17.8	16.9

Tabla 25. Resumen % retenido tamiz No. 200, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.8. Relación porcentaje que pasa tamiz No. 200 entre tamiz No. 40

En la fracción de material fino, es decir la que pasa el tamiz No. 40, siempre se prefiere una relación tal que como máximo por cada dos unidades de suelo no deseado como limos y arcillas existan tres unidades de suelo arenoso o material aceptable.

La eliminación de los limos y arcillas de un suelo que no es del todo arenoso no es viable aun así se acepta entre los finos una relación que no supere 0,67 de esta manera se garantiza que la existencia de los finos es tolerable.

Más allá de dicho valor el suelo se recomienda evitarlo como parte de la estructura de sustentación.

El valor promedio de los suelos encontrados en el sondeo No. 1 es de 0,75, **se supera la relación de 0.67, por lo tanto, se garantiza la existencia suficiente de finos**.

El valor promedio de los suelos encontrados en el sondeo No. 2 es de 0,76, **se supera la relación de 0.67, por lo tanto, se garantiza la existencia suficiente de finos**.

El valor promedio de los suelos encontrados en el sondeo No. 3 es de 0,62, **no se supera la relación de 0.67, por lo tanto, se garantiza la existencia suficiente de finos.**

RELACIÓN PORCENTAJE QUE PASA TAMIZ No. 200 ENTRE TAMIZ No. 40	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	0.9	0.9	0.8
1.00 - 2.00 mts	0.9	0.9	0.5
2.00 - 3.00 mts	0.9	0.9	0.6
3.00 - 4.00 mts	0.9	0.9	0.9
4.00 - 5.00 mts	0.4	0.5	0.4
5.00 - 6.00 mts	0.3	0.3	0.3

Tabla 26. Resumen de relación entre tamiz No. 200/tamiz No. 40, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.9. Actividad Skempton.

Los límites de Atterberg y el contenido de finos se combinan en un solo parámetro denominado actividad, la cual fue definido por Skempton en 1953, como la relación entre el índice de plasticidad y el porcentaje que pasa el tamiz No. 200. Este valor define tres clases de suelos de acuerdo con su actividad, como inactiva, para valores menores de 0,75; normal para valores entre 0,75 y 1,25; y activas para valores mayores de 1,25. Todos los materiales están por debajo de 0,75 por lo tanto estamos en presencia de suelos inactivos.

ACTIVIDAD SKEMPTON	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
0.10 - 1.00 mts	0.3	0.2	0.2
1.00 - 2.00 mts	0.2	0.2	0.1
2.00 - 3.00 mts	0.2	0.2	0.1
3.00 - 4.00 mts	0.2	0.2	0.2
4.00 - 5.00 mts	-	-	-
5.00 - 6.00 mts	-	-	-
Actividad Del Suelo	**Suelos Inactivos**	**Suelos Inactivos**	**Suelos Inactivos**

Tabla 27. Resumen de actividad de Skempton, sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

16.10. Grado de expansión.

Esta condición geotécnica especial consiste en la propiedad de los suelos de contraerse cuando pierden humedad y de expandirse cuando la ganan.

De los criterios para evaluar la expansividad se procedió con el propuesto por Abduljauwad y Al-Sulaimani, basado en criterios que se registraron en gráficas donde se relacionan la expansividad con la actividad y el porcentaje de arcillas; la expansividad con la succión y el contenido de agua del suelo; la expansión con el índice de plasticidad y el porcentaje de arcillas; la expansión con el límite líquido y el índice de plasticidad.

La evaluación de la susceptibilidad a la expansión de estos estratos se realizó con el análisis de los resultados de los límites de Atterberg y la ubicación de los mismos en la carta de plasticidad y siguiendo los criterios de Abduljauwad y Al-Sulaimani. De igual manera se utilizó el criterio de humedad de equilibrio referenciado en el título H de la NSR10 con lo cual se puede concluir que el suelo del sitio presenta una susceptibilidad baja a la expansión.

Para determinar el grado de expansión de los suelos presentes en el área de estudio, la siguiente tabla establece algunos criterios que definen el potencial expansivo de los suelos considerando algunas propiedades mecánicas e índices que se consideran en los registros de los sondeos. De acuerdo con la Tabla 29 el grado de expansión promedio es BAJO.

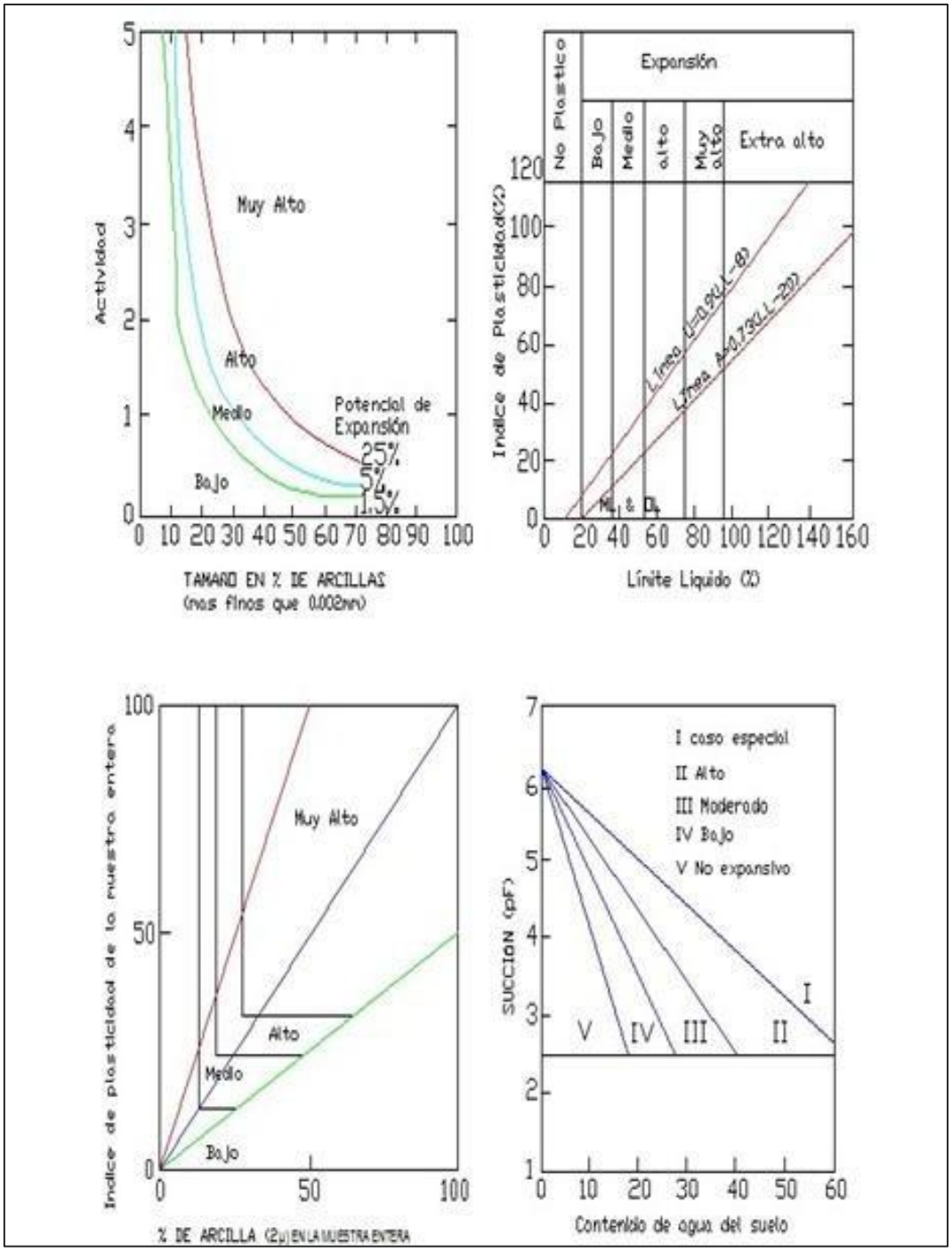


Ilustración 11. Clasificación de suelos expansivos.

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

Tabla 28. Clasificación de suelos expansivos, fuente elaboración propia.

GRADO DE EXPANSIÓN	SONDEO No. 1	SONDEO No. 2	SONDEO No.3
LL PROMEDIO	30.55	30.05	26.05
0.10 - 1.00 mts	**Bajo**	**Bajo**	**Bajo**

Tabla 29. Resumen de grado de expansión sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

Se evaluó la posibilidad de que los suelos que conforman la estratigrafía del sitio sean colapsables.

Es de recordar de acuerdo con lo anotado en la NSR10 en el capítulo H.6.3 que son suelos colapsables aquellos depósitos formados por arenas y limos, en algunos casos cementados por, arcillas y sales (carbonato de calcio), que, si bien resisten cargas considerables en su estado seco, sufren pérdidas de su conformación estructural, acompañadas de severas reducciones en el volumen exterior cuando se aumenta su humedad o se saturan.

Analíticamente podemos decir que un suelo es colapsable cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto del límite líquido.

Los estratos de suelos encontrados no poseen depósitos formados por arenas y limos o limo yesíferos o limos arenosos de naturaleza metaestable, tal y como se consignan en los perfiles de suelos anexos al presente informe con lo cual se puede concluir que el potencial de colapso no se requiere evaluar analíticamente.

En cuanto a la amenaza por licuación que es definida como la pérdida de resistencia súbita del suelo debido a las cargas dinámicas impuestas a éste durante un evento sísmico y que, en consecuencia, puede tener impactos negativos en las estructuras construidas sobre este.

El término licuación corresponde a un fenómeno donde la resistencia al corte de una masa de suelo decrece debido al incremento de las presiones intersticiales que se producen ante la aplicación de cargas monotónicas, cíclicas o dinámicas en condiciones no drenadas. Dicho fenómeno se presenta durante sismos severos y ocurren principalmente arenas, arenas finas limosas y limos no plásticos, saturados y sueltos, que tienden a densificarse cuando son sometidas a cargas cíclicas o monotónicas. Esta tendencia a la densificación ocurre cuando el suelo está saturado y el drenaje es lento o totalmente inexistente, causa el crecimiento de la presión de poros, en exceso de su estado estático, y el decrecimiento correlativo del esfuerzo efectivo, incluso hasta anularlo, en estas condiciones, el suelo puede perder toda su resistencia y rigidez con lo cual sobreviene la flotación de las partículas y la pérdida de la resistencia al esfuerzo cortante y su comportamiento se asemeja al de un líquido viscoso, de ahí el término de licuación.

Entre más reciente, suelto y saturado sea un depósito de suelos granulares, será mucho más susceptible a la licuación. Son más susceptibles las arenas finas relativamente uniformes. Son menos susceptibles los depósitos bien gradados con tamaños hasta de gravas, aunque éstas últimas ocasionalmente se licúan. Son más susceptibles los suelos con partículas redondeadas que aquellos con partículas angulares. El contenido de finos y su plasticidad reducen la susceptibilidad a la licuación.

Las muestras extraídas son densas y cohesivas, factores inhibitorios de los procesos de licuación. Las muestras extraídas no son susceptibles a la licuación.

16.11. Resistencia del suelo mediante ensayo de penetración estándar.

A continuación, se muestra la siguiente tabla que relaciona la capacidad última qu con los valores de N de los ensayos SPT propuesto por Terzaghi y Peck.

Tabla 4. Traducido del libro Soil Mechanics in Engineering Practice - Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, (1948)

Número de golpes N	Consistencia	qu
$N \leq 2$	Muy blando	$qu \leq 0{,}25\ kg/cm^2$
$2 < N \leq 4$	Blando	$0{,}25\ kg/cm^2 < qu \leq 0{,}50\ kg/cm^2$
$4 < N \leq 8$	Firme	$0{,}50\ kg/cm^2 < qu \leq 1{,}00\ kg/cm^2$
$8 < N \leq 16$	Muy firme	$1{,}00\ kg/cm^2 < qu \leq 2{,}00\ kg/cm^2$
$16 < N \leq 32$	Duro	$2{,}00\ kg/cm^2 < qu \leq 4{,}00\ kg/cm^2$
$32 < N$	Muy duro a rechazo	$4{,}00\ kg/cm^2 < qu$

Tabla 30. Relación del qu vs valores de N, fuente libro Mecánica de suelos.

De acuerdo con los informes de perforación en general se tiene los siguientes parámetros de resistencia:

Para la cimentación entre 1,00 a 2,00 mts de Prof.: consistencia firme

16.12. Capacidad admisible.

Esta teoría cubre el caso más general de suelos con cohesión y fricción; es la teoría más usada para el cálculo de la capacidad de carga en cimientos poco profundos. Se aplica a cimentaciones en las que el ancho B es mayor o igual a la profundidad de desplante Df .De la parte superior se desprecia la resistencia al esfuerzo cortante τ, haciendo la equivalencia del suelo, arriba del nivel de desplante, como una sobrecarga q.

Despreciando el peso de la cuña y considerando el equilibrio de fuerzas verticales se tiene:

qcB = 2Pp + 2Cf sen φ (3) donde: qc: carga de falla en el cimiento Pp: empuje pasivo Cf: fuerza de cohesión

Desarrollando los términos del segundo miembro y despejando qc se llega a la siguiente expresión: qc = cNc + γDfNq + (1/2)γBNγ (4) que permite calcular la presión máxima que puede darse al cimiento por unidad de longitud, sin provocar su falla, se expresa en unidades de presión, Nc, Nq y Nγ, son factores de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna del suelo φ.

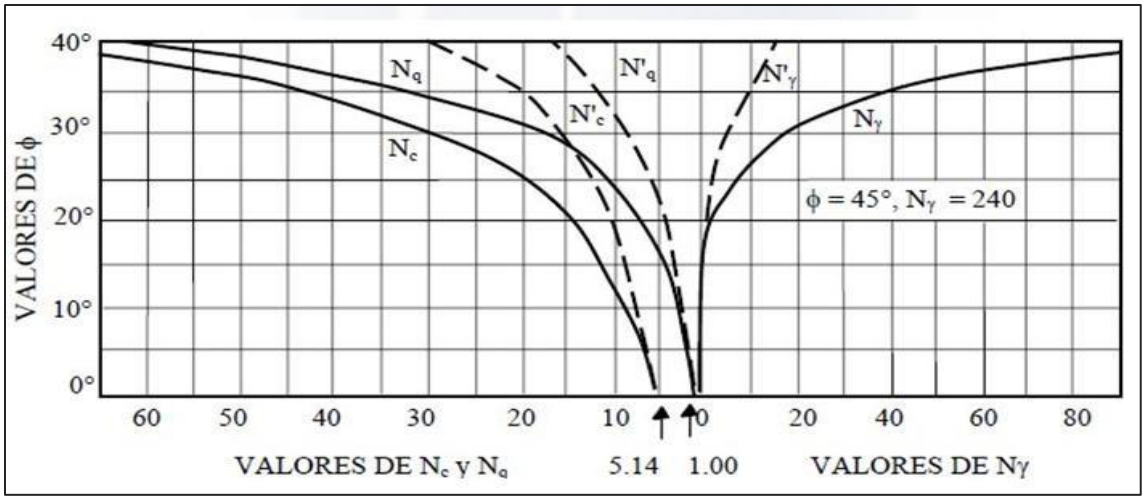


Ilustración 12. Tabla de capacidad portante.

SONDEO No. 1						
Profundidad DF metros	Cohesion C kg/cm2	Angulo de friccion (grados)	Factores de capacidad de carga			peso unitario gr/cm3
			Nc	Nq	N_γ	
0.10 - 1.00	0.32	30	30	18	15	2.00
1.00 - 2.00	0.45	30	30	18	15	1.78
2.00 - 3.00	0.50	30	30	18	15	1.77
3.00 - 4.00	0.50	30	30	18	15	1.78
4.00 - 5.00	0.51	20	30	18	15	1.87
5.00 - 6.00	0.52	20	30	18	15	1.88

Tabla 31. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

SONDEO No. 1				
Profundidad DF metros	GOLPES POR CAPA			USC
0.10 - 1.00	12	15	17	CL
1.00 - 2.00	13	16	18	CL
2.00 - 3.00	12	14	19	CL
3.00 - 4.00	11	15	20	CL
4.00 - 5.00	12	14	17	SM
5.00 - 6.00	12	15	18	SM

Tabla 32. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

SONDEO No. 2						
Profundidad DF metros	Cohesion C kg/cm2	Angulo de friccion (grados)	Factores de capacidad de carga			peso unitario gr/cm3
			Nc	Nq	Nγ	
0.10 - 1.00	0.32	31	30	18	15	2.00
1.00 - 2.00	0.48	31	30	18	15	1.80
2.00 - 3.00	0.48	31	30	18	15	1.75
3.00 - 4.00	0.48	31	30	18	15	1.70
4.00 - 5.00	0.50	20	30	18	15	1.87
5.00 - 6.00	0.52	20	30	18	15	1.88

Tabla 33. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

SONDEO No. 2				
Profundidad DF metros	GOLPES POR CAPA			USC
0.10 - 1.00	13	15	19	CL
1.00 - 2.00	12	16	20	CL
2.00 - 3.00	13	15	20	CL
3.00 - 4.00	12	16	21	CL
4.00 - 5.00	12	15	17	SM
5.00 - 6.00	13	16	19	SM

Tabla 34. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

SONDEO No. 3						
Profundidad DF metros	Cohesion C kg/cm2	Angulo de friccion (grados)	Factores de capacidad de carga			peso unitario gr/cm3
			Nc	Nq	N_γ	
0.10 - 1.00	0.30	31	30	18	15	1.30
1.00 - 2.00	0.47	31	30	18	15	1.36
2.00 - 3.00	0.05	31	30	18	15	1.40
3.00 - 4.00	0.50	31	30	18	15	1.50
4.00 - 5.00	0.50	20	30	18	15	1.87
5.00 - 6.00	0.50	20	30	18	15	1.88

Tabla 35. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

SONDEO No. 3				
Profundidad DF metros	GOLPES POR CAPA			USC
0.10 - 1.00	11	12	14	CL-ML
1.00 - 2.00	13	14	15	CL-ML
2.00 - 3.00	12	13	18	CL-ML
3.00 - 4.00	11	15	17	CL-ML
4.00 - 5.00	12	14	17	SM
5.00 - 6.00	12	15	18	SM

Tabla 36. Resumen de resultados sobre las muestras ensayadas, fuente elaboración propia.

Suelos arenosos (no cohesivos)

Parámetros de resistencia al corte del suelo:

DESCRIPCIÓN		Peso unitario (Saturado/ seco)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material			
Sin cohesión				
	Arena suelta, tamaño de grano unifome	19/14	28-34	
	Arena densa, tamaño de grano uniforme	22/17	32-40	
	Arena suelta, diferentes tamaños de grano	20/16	34-40	
	Arena densa, diferentes tamaños de grano	21/18	38-46	
	grava, tamaño de grano uniforme	22/20	34-37	
	Arena y grava, mezcla de tamaños	19/17	48-45	
	Roca fracturada o volada: Basalto	22/17	40-50	
	Roca fracturada o volada: Granito	20/17	45-50	
	Roca fracturada o volada :Limolita	19/16	35-40	
	Roca fracturada o volada: Arenisca	17/13	35-45	
	roca fracturada o volada : Lulitas	20/16	30-35	
Cohesivos	Montmorillonita (bentonita blanda)	13/6	7-13	10-20
	Arcilla orgánica muy blanda	14/6	12-16	10-30
	Arcilla blanda, ligeramente orgánica.	16/10	22-27	20-50
	Arcilla Glaciar blanda	17/12	27-32	30-70
	Arcilla Glaciar rígida	20/17	30-32	70-150
	Rocas Igneas duras:			
	granito, basalto, porfidos	25 a 30	35-45	35000-55000
	Rocas Metamórficas:			
	cuarcita, neiss, pizarras	25 a 28	30-40	20000-40000
	Rocas Sedimentarias blandas:			
	arenisca, carbón, lutita.	17 a 23	25-35	1000-20000

Tabla 37. Parámetros de resistencia del suelo, fuente elaboración propia.

Potencial corrosivo de los suelos:

Sulfatos (ppm)	Corrosividad
>10,000	Severa
1,500 – 10,000	Considerable
150 – 1,500	Poco corrosivo
0 - 150	No corrosivo

Tabla 38. Potencial de corrosividad del suelo, fuente elaboración propia.

Módulo de elasticidad en arenas (ton/m2):

Tipo de suelo	E_M (MPa)	P_{LM} (MPa)
Rellenos recientes	0,5 a 5,0	0,05 a 0,30
Rellenos antiguos	4,0 a 15,0	0,40 a 1,00
Turbas	0,2 a 1,5	0,02 a 0,15
Arcilla blanda	0,5 a 3,0	0,05 a 0,30
Arcilla media	3,0 a 8,0	0,30 a 0,80
Arcilla dura	8,0 a 40,0	0,60 a 2,00
Arena limosa suelta	0,5 a 2,0	0,10 a 5,00
Limo	2,0 a 10,0	0,20 a 1,50
Arenas	7,5 a 40,0	1,00 a 5,00
Arenas y gravas	8,0 a 40,0	1,20 a 5,00
Margas	5,0 a 60,0	0,60 a 4,00
Calizas y rocas duras	80,0 a 20.000	3,00 a > 10

Tabla 39. Módulo de elasticidad del suelo, fuente elaboración propia.

Coeficiente de consolidación (Cv):

Valores típicos del coeficiente de consolidación de suelos C_V

SUELO	C_V (cm^2/sec) x 10^{-4}
Arcilla azul suave (CL-CH) (Wallace y Otto, 1964)	1.6-26
Arcilla limosa de Chicago (CL) (Terzaghi y Peck, 1967)	8-11
Arcilla Ciudad de México (MH) (Leonards y Girault, 1961)	0.9-1.5
Limos y Arcillas Orgánicas (OH) (Sivakugan, 1990)	1-10

Tabla 40. coeficiente de consolidación adoptado, fuente elaboración propia.

Índice de Compresión (Cc):

Suelos	Tensión efectiva consolidada σ_{cef} [kPa]	Tensión efectiva final en el suelo oil σ_{ef} [kPa]	Índice de compresión C_c [-]
CL arcilla blanda	160	200	0,34
CL arcilla dura	170	250	0,44
ML limo de baja plasticidad	230	350	0,16
CH limo de alta plasticidad	280	350	0,84
CH arcilla blanda con capas de limo	340	290	0,52

Tabla 41. coeficiente de compresión adoptado, fuente elaboración propia.

Parámetros de resistencia al corte del suelo

DESCRIPCIÓN		Peso unitario (Saturado/ seco)	Angulo de fricción (°)	Cohesión (kPa)
Tipo	Material			
Cohesivos	Arcilla blanda, ligeramente orgánica.	16/10	22-27	20-50

Tabla 42. Cálculo del Angulo de fricción interna, fuente elaboración propia.

Teniendo en cuenta el número de golpes por cada capa estudiada podemos establecer de acuerdo con la tabla 45 que estamos en presencia de un suelo firme de resistencia a la compresión, por lo que, a la profundidad propuesta para la cimentación, el suelo se considera estable.

Correlación entre Nspt, resistencia a compresión simple y módulo de elasticidad de suelos

Número de golpes N	Consistencia	qu
$N \leq 2$	Muy blando	$qu \leq 0{,}25$ kg/cm^2
$2 < N \leq 4$	Blando	$0{,}25$ kg/cm^2 $< qu \leq 0{,}50$ kg/cm^2
$4 < N \leq 8$	Firme	$0{,}50$ kg/cm^2 $< qu \leq 1{,}00$ kg/cm^2
$8 < N \leq 16$	Muy firme	$1{,}00$ kg/cm^2 $< qu \leq 2{,}00$ kg/cm^2
$16 < N \leq 32$	Duro	$2{,}00$ kg/cm^2 $< qu \leq 4{,}00$ kg/cm^2
$32 < N$	Muy duro a rechazo	$4{,}00$ kg/cm^2 $< qu$

Tabla 43. Correlación entre NSPT.

El coeficiente de balasto es un coeficiente estático de interacción suelo-estructura, obtenido por diseño geotécnico, y con frecuencia requerido para el diseño estructural de las cimentaciones como zapatas aisladas, losas de cimentación u otros, para el presente proyecto adoptaremos un valor de 0.600 Kg/cm^3.

Calculo para el calculo del K1 del Modulo de balasto.

Datos de losa de cimentación

Resistencia a compresión simple del suelo	1.07 Kg/cm²
Módulo de deformación	288.00 Kg/cm²
Largo cm	120 cm
Ancho cm	120 cm
n=Largo/ancho	1
Indice portante de California (CBR)	70%
Modelo de calculo	Valores de K30 según Terzaghi
	8
Tipo de suelo	Arcilla qu=1-2 kg/cm²
K3 mínimo en kg/cm³ Placa (30x30) cm	1.60 Kg/cm³
	Media 2.40 Kg/cm³
K3 máximo en kg/cm³ Placa (30x30) cm	3.20 Kg/cm³
K3 seleccionado en kg/cm³ Placa (30x30) cm	2.40 Kg/cm³
% según tipo de suelo	35.00% Arcilla 65.00% Arena

Solución	Arcillosos	Arenosos	De transición
K1 para cimentación cuadrada de 1.2 m x 1.2 m =	0.600 kg/cm³	0.938 kg/cm³	0.819 kg/cm³
Cimentación rectangular			
En función de la resistencia a compresión simple qu	0.446 kg/cm³		
En función del CBR:	0.686 kg/cm³		
En función del módulo de deformación:			

Tabla 44. Cálculo del coeficiente de balasto, fuente elaboración propia.

17. CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE.

17.1. Propiedades mecánicas ensayo de penetración estándar (SPT).

Las capacidades portantes obtenidas por este método son las siguientes:

Factor de seguridad=3

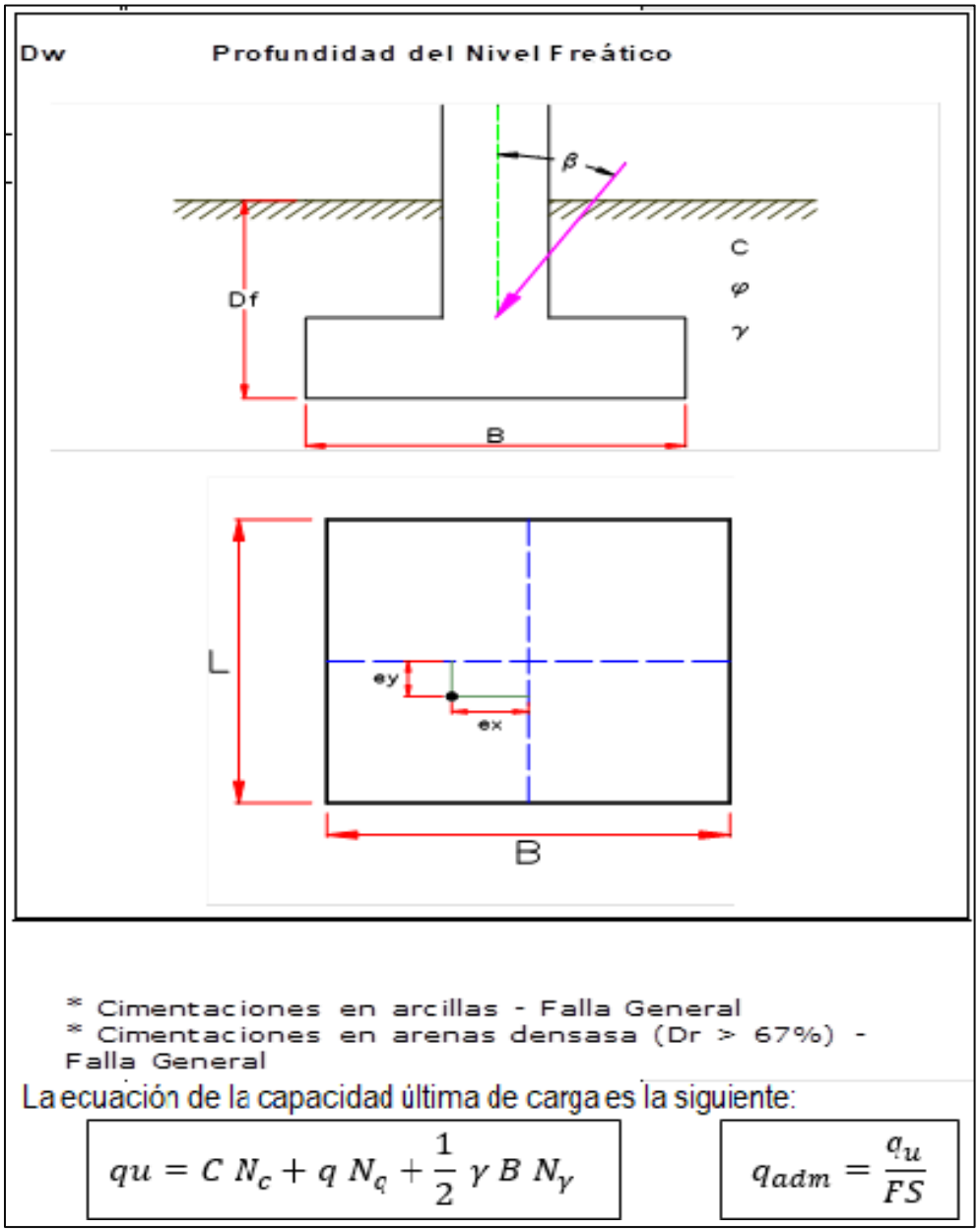


Ilustración 13. Capacidad portante para cimientos rectangulares.

SONDEO N° 1 qu= 30.30 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

SONDEO N° 1 qadm= 10.10 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.45	Ton/m²
f	30	º
g	1780	Ton/m3
Dw	5	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B	1.50	m
L	1.50	m

Tipo de falla:

Tipo	
General	SI
Local	NO

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0.25	m
ey	0.23	m

Corrección por forma a f (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
b	0	º

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Frea´tico

Dato	Valor	Unidad
g'		Ton/m³

Tabla 45. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 1, fuente elaboración propia.

DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.5	Ton/m²
f'	30.1	º
g	0.00	Ton/m³

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B'	1.00	m
L'	1.04	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	30.418	30.418	30.418
Nq	30.713	18.644	18.644
Ng	30.640	15.977	22.788

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.589	Fcd	1.393	Fci	1.000
Fqs	1.558	Fqd	1.638	Fqi	1.000
Fgs	0.615	Fgd	1.000	Fgi	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	30.308	10.103	Ton/m²
Meyerhof	30.308	10.103	Ton/m²
Vesic	30.308	10.103	Ton/m²

Tabla 46. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 1, fuente elaboración propia.

SONDEO N° 2 qu= 35.51 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

SONDEO N° 2 qadm= 11.83 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.48	Ton/m²
f	31	º
g	1800	Ton/m3
Dw	5	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B	1.50	m
L	1.50	m

Tipo de falla:

Tipo	
General	SI
Local	NO

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0.25	m
ey	0.23	m

Corrección por forma a f (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
b	0	º

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Frea´tico

Dato	Valor	Unidad
g'		Ton/m³

Tabla 47. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 2, fuente elaboración propia.

DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.5	Ton/m²
f'	31.1	º
g	0.00	Ton/m³

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B'	1.00	m
L'	1.04	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	32.991	32.991	32.991
Nq	35.392	20.917	20.917
Ng	36.412	18.945	26.462

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.610	Fcd	1.393	Fci	1.000
Fqs	1.580	Fqd	1.637	Fqi	1.000
Fgs	0.615	Fgd	1.000	Fgi	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	35.510	11.837	Ton/m²
Meyerhof	35.510	11.837	Ton/m²
Vesic	35.510	11.837	Ton/m²

Tabla 48. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 2, fuente elaboración propia.

SONDEO N° 3 qu= 34.57 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

SONDEO N° 3 qadm= 11.59 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

DATOS DE ENTRADA

Datos del suelo:

Dato	Valor	Unidad
C	0.47	Ton/m²
f	31	º
g	1360	Ton/m3
Dw	5	m

Datos de forma de la cimentación:

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B	1.50	m
L	1.50	m

Tipo de falla:

Tipo	
General	SI
Local	NO

Corrección por excentricidad (Meyerhof):

Datos	Valor	Unidad
ex	0.25	m
ey	0.23	m

Corrección por forma a f (Meyerhof):

Aplicar	
SI	NO

Datos de inclinación de carga:

Dato	Valor	Unidad
b	0	º

Factor de seguridad

Dato	Valor	Unidad
FS	3	S/D

Corrección por Nivel Freático

Dato	Valor	Unidad
g'		Ton/m³

Tabla 49. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 3, fuente elaboración propia.

DATOS FINALES DE CÁLCULO

Dato	Valor	Unidad
C'	0.5	Ton/m²
f'	31.1	º
g	0.00	Ton/m³

Dato	Valor	Unidad
Df	1.50	m
B'	1.00	m
L'	1.04	m

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

Factor	Terzagui	Meyerhof	Vesic
Nc	32.991	32.991	32.991
Nq	35.392	20.917	20.917
Ng	36.412	18.945	26.462

FACTORES DE CORRECCIÓN

Por forma (DeBeer, 1970)		Por profundidad de cimentación (Hansen, 1970)		Por inclinación de la carga (Meyerhof, 1963)	
Fcs	1.610	Fcd	1.393	Fci	1.000
Fqs	1.580	Fqd	1.637	Fqi	1.000
Fgs	0.615	Fgd	1.000	Fgi	1.000

CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

Teoría	qu	qadm	Unidad
Terzagui	34.770	11.590	Ton/m²
Meyerhof	34.770	11.590	Ton/m²
Vesic	34.770	11.590	Ton/m²

Tabla 50. Capacidad portante para cimientos rectangulares sondeo No. 3, fuente elaboración propia.

18. TRABAJOS DE OFICINA.

Comprendieron la relación, interpretación y análisis de ingeniería de toda la información obtenida en el campo y el laboratorio, para así preparar las conclusiones y recomendaciones contenidas en este informe. Se espera que esta información sea lo suficientemente clara para la construcción de la cimentación y cualquier duda al respecto nos deberá ser comunicada para aclararla.

Resistencia de diferentes tipos de suelos (tabla 1)	
Material	Tensión admisible (kg/cm^2)
Arenisca consolidada	5,5
Grava	3
Arcilla Seca	2,0 a 2,5
Arena Fina	1,0 a 1,5
Grava arcillosa	0,8 a 1,0
Arcilla húmeda	0,8 a 1,0
Arena con granulometría uniforme	0,4 a 0,6

Tabla 51. Valores de resistencia de algunos tipos de suelos, fuente elaboración propia.

19. ASENTAMIENTOS TEORICOS PROBABLES.

Los suelos de proporción fina (limos y arcillas) por lo general presentan las características de ser suelos compresibles dependiendo del grado de humedad que ellos tengan en su masa. Pero muchas veces estos suelos se encuentran con humedades bajas y se presentan con una gran compacidad que los muestran como suelos muy duros y por consiguiente poco compresibles.

El suelo que se investiga presenta esa buena calidad a la profundidad entre 1.00 y 2.00 mts, además de tener una gran compacidad y por consiguiente muestra unos grados de consolidación muy bajos en ese estrato.

Los asentamientos diferenciales en el presente estrato natural se evaluaron a 1.50 metros.

19.1. Evaluación de asentamientos para el sondeo No. 1.

Input Dati

L (m)	=	1.50
B (m)	=	1.50
D (m)	=	1.50
γ (g/cm^3)	=	1.78
H (m)	=	2.00
N_{spt}	=	16.00
q (Kg/cm^2)	=	1.10
Carichi statici?	=	s

Output

$Si_{50\%}$	=	4.22	mm
$Si_{67\%}$	=	7.74	mm
$Si_{98\%}$	=	14.18	mm

Tabla 52. Cálculo de asentamiento sondeo No. 1, fuente elaboración propia.

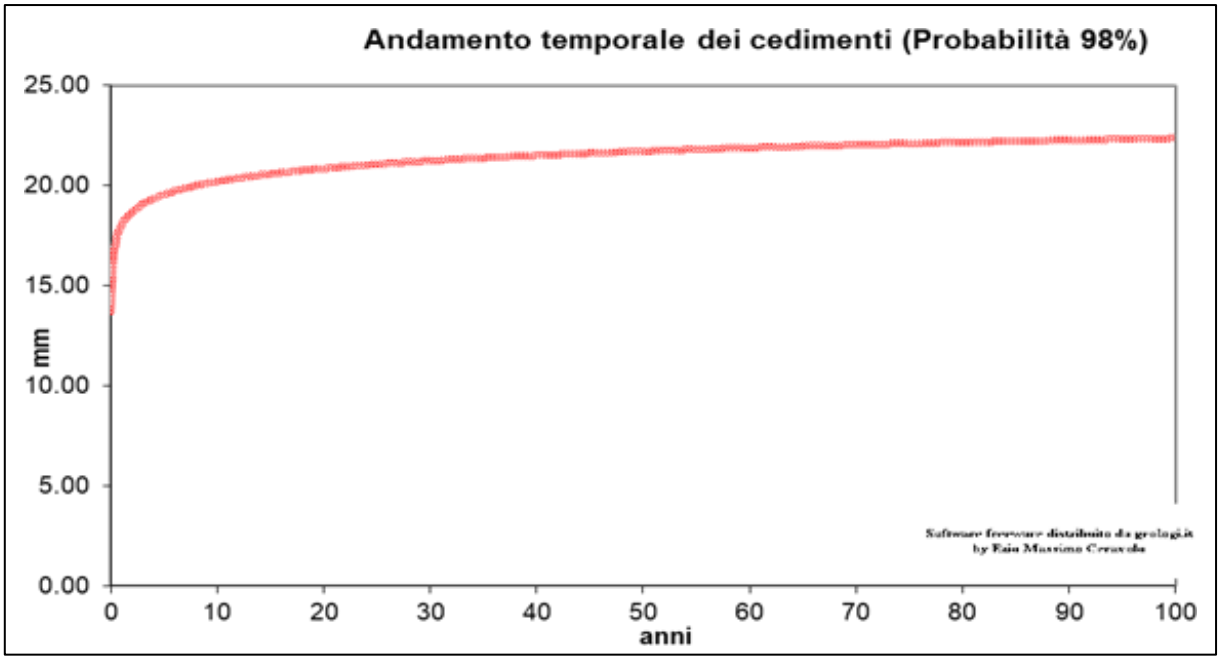


Ilustración 14. Asentamiento temporal con probabilidad de 98%, elaboración propia.

19.2. Evaluación de asentamientos para el sondeo No. 2.

Input Dati		
L (m)	=	1.50
B (m)	=	1.50
D (m)	=	1.50
γ (g/cm^3)	=	1.80
H (m)	=	2.00
N_{spt}	=	16.00
q (Kg/cm^2)	=	1.10
Carichi statici?	=	s

Output			
$Si_{50\%}$	=	4.21	mm
$Si_{67\%}$	=	7.72	mm
$Si_{98\%}$	=	14.15	mm

Tabla 53. Cálculo de asentamiento sondeo No. 2, fuente elaboración propia.

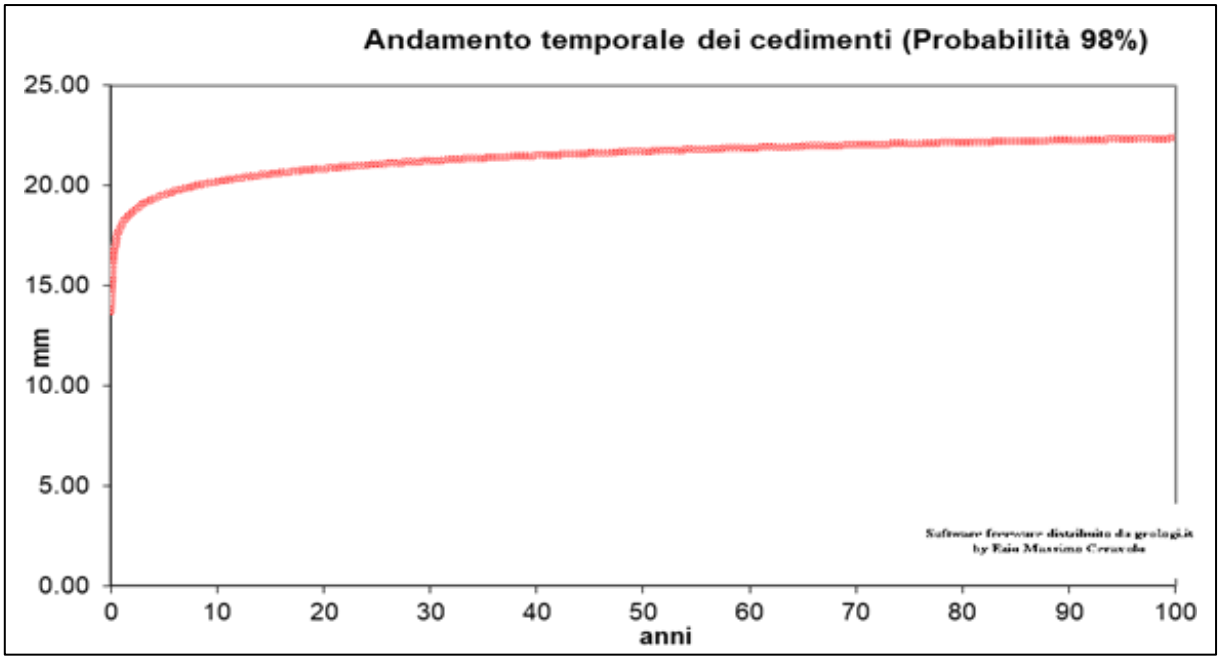


Ilustración 15. Asentamiento temporal con probabilidad de 98%, elaboración propia.

19.3. Evaluación de asentamientos para el sondeo No. 3.

Input Dati		
L (m)	=	1.50
B (m)	=	1.50
D (m)	=	1.50
γ (g/cm^3)	=	1.36
H (m)	=	2.00
N_{spt}	=	14.00
q (Kg/cm^2)	=	1.10
Carichi statici?	=	s

Output			
$Si_{50\%}$	=	5.32	mm
$Si_{67\%}$	=	9.76	mm
$Si_{98\%}$	=	17.88	mm

Tabla 54. Cálculo de asentamiento sondeo No. 3, fuente elaboración propia.

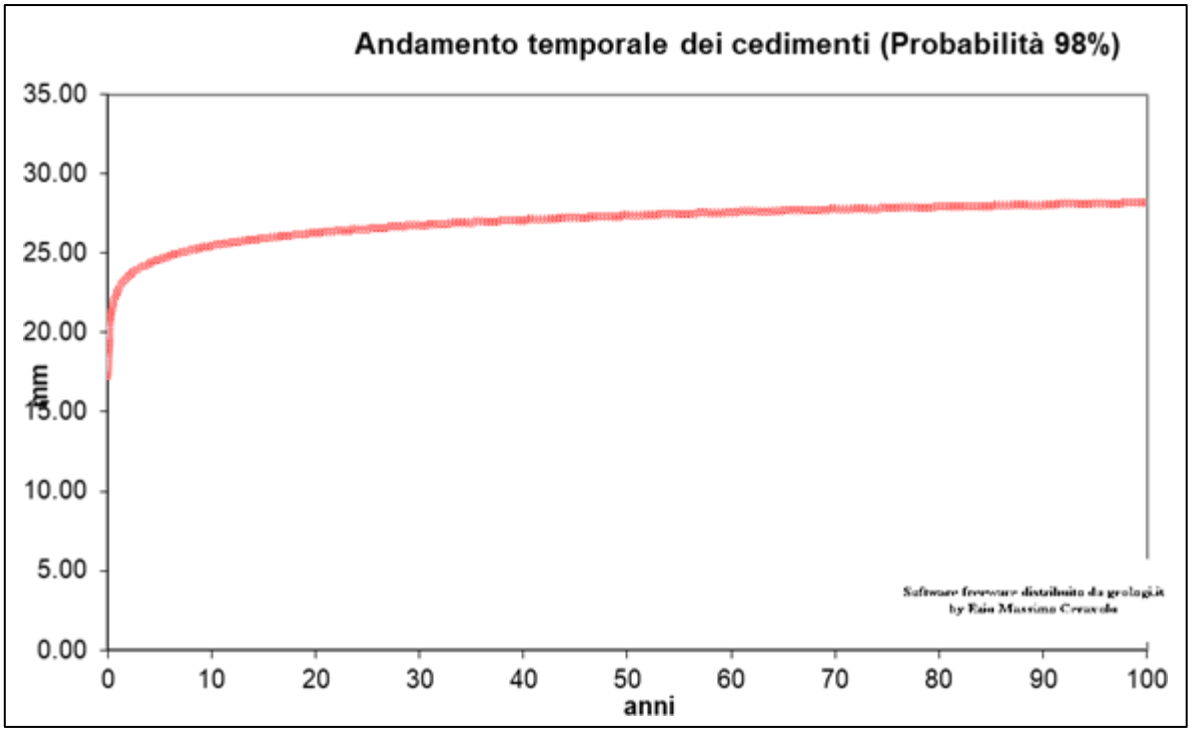


Ilustración 16. Asentamiento temporal con probabilidad de 98%, elaboración propia.

19.4. Cimentación de la estructura.

19.4.1. Tipo de cimiento.

Para la selección del tipo de cimiento se tuvieron en cuenta factores relativos a la superestructura (cargas que transmite al suelo, materiales que la constituyen, etc.), al subsuelo (propiedades mecánicas, condiciones hidráulicas, resistencia, compresibilidad, etc.) y factores económicos que deben balancear el costo de la cimentación en comparación con la importancia y el costo mismo de la obra.

Considerando lo anterior, se evaluó que la transmisión de las cargas de la obra que se proyecta al subsuelo se podría realizar a través de zapatas rectangulares, continuadas con vástago o muro de contención hasta la superficie del terreno o hasta donde el ingeniero estructural determine.

Para disminuir los asentamientos diferenciales en las zapatas, se deben dimensionar en concreto reforzado dotadas del peralte y refuerzo que resulte del análisis estructural.

Las zapatas del muro de contención se apoyarán en un remplazo de material seleccionado debidamente compactado de por lo menos 0.2 metros de espesor.

La superficie de apoyo de las zapatas del muro de contención debe ser sometida a un intenso proceso de compactación. La estructura debe presentar alta rigidez estructural.

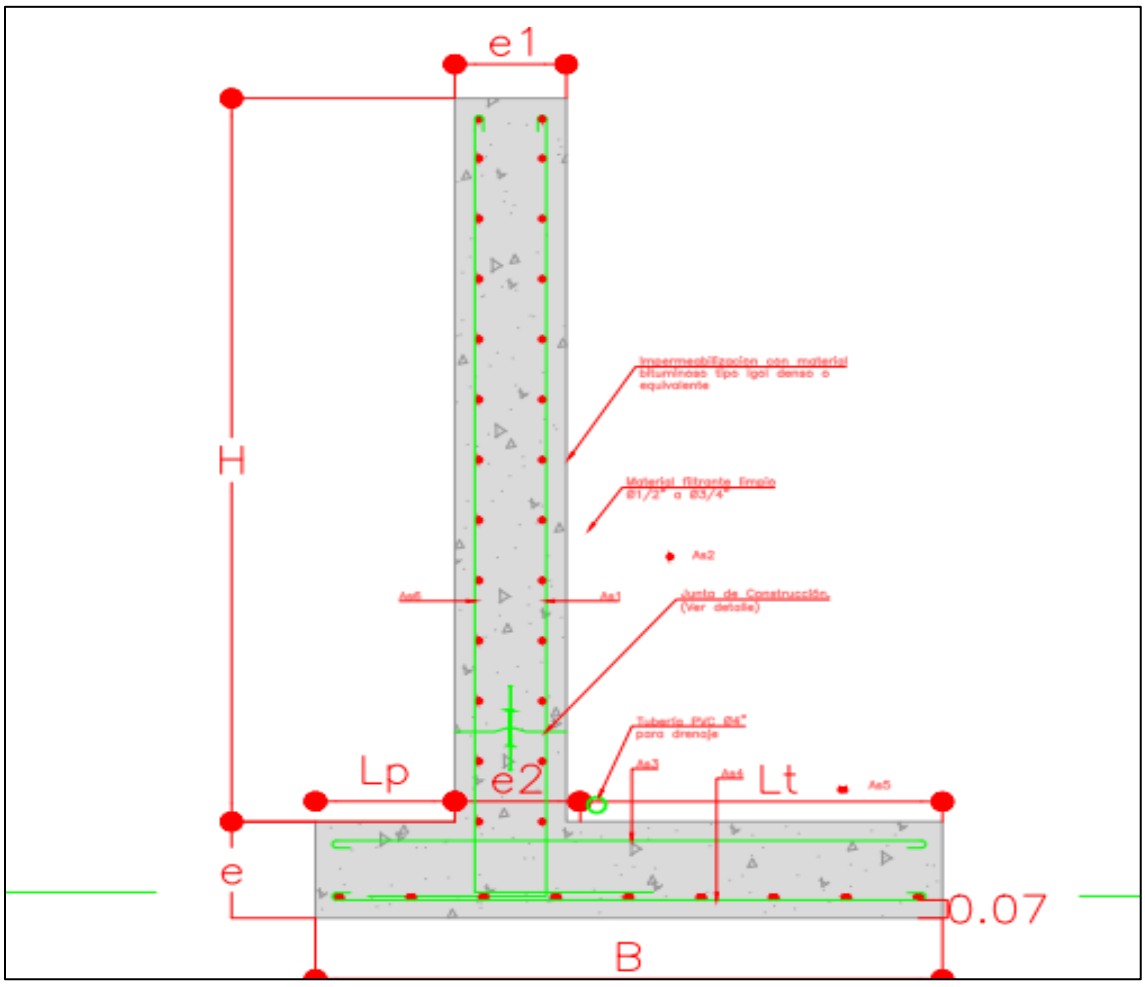


Ilustración 17. Esquema de cimentación, elaboración propia.

19.4.2. Profundidad de apoyo.

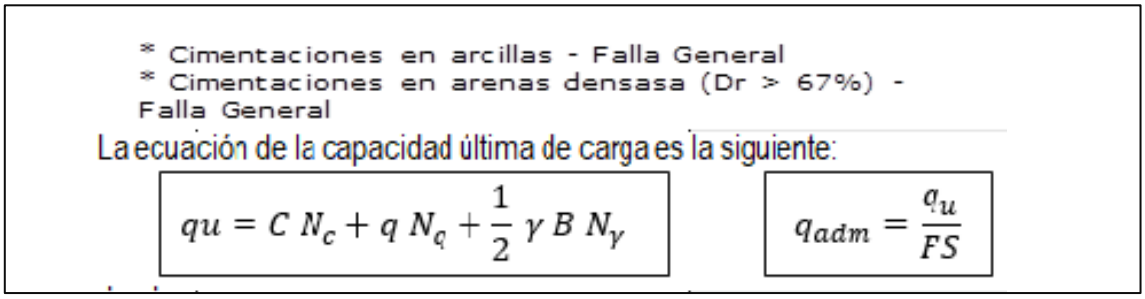
Se recomienda empotrar los cimientos a una profundidad mínima de entre 5.00 y 6.0 metros, sobre una capa de material seleccionado compactado de 20 centímetros de espesor (para una profundidad total de excavación mínima de 6.2 metros)..

19.4.3. Dimensión de los cimientos.

El análisis se realizará considerando cimientos rectangulares. Se realizará una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello el ingeniero estructural deberá hacer cálculos variando el lado del cimiento cada 0.50 m, para valores comprendidos entre 1.00 y 3.00 m.

19.4.4. Capacidad de carga.

Con base en las formulaciones de Terzaghi, Vesic, Hansen y Meyerhof, atendiendo las características de los estratos encontrados, las exigencias consignadas en la NSR-10; se estimó que las zapatas de la estructura pueden ser diseñadas de modo que generen presiones de contacto máximas de 10.10 Ton/M2 (este cálculo se realizó con un cimiento de un metro de lado como mínimo). En algunos puntos del lote la capacidad del terreno puede ser sustancialmente mayor, pero, debido a la diferencia de compacidad entre puntos cercanos, se debe trabajar con parámetros conservadores.


* Cimentaciones en arcillas - Falla General
* Cimentaciones en arenas densasa (Dr > 67%) - Falla General

La ecuación de la capacidad última de carga es la siguiente:

$$qu = C\,N_c + q\,N_q + \frac{1}{2}\,\gamma\,B\,N_\gamma \qquad q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$$

Ilustración 18. Capacidad última cimentaciones.

SONDEO N° 1 qu= 53.21 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

SONDEO N° 1 qadm= 17.74 Ton/m2 Entre 1.00 y 2.00 m de profundidad.

20. PARAMETROS GEOTECNICOS SUELOS-ESTRUCTURAS.

Se recuerda que el cálculo de coeficiente de presión activa de Rankine se obtiene al elevar al cuadrado la tangente de la resta de 45 menos la mitad del ángulo de fricción. Se anexan los ensayos practicados los cuales se puede observar los siguientes datos:

Coeficiente de Empuje Activo, según Rankine:

Ka= tg2(45°-ϕ/2) Expresión simplificada para δ = 0

ϕ	Ka
25	0.406
26	0.390
27	0.376
28	0.361
29	0.347
30	0.333
31	0.320
32	0.307
33	0.295
34	0.283
35	0.271
36	0.260
37	0.249
38	0.238
39	0.228
40	0.217
41	0.208
42	0.198
43	0.189
44	0.180
45	0.172

Tabla 55. Coeficiente de empuje activo, fuente elaboración propia.

Módulo de presión activa de Rankine **Ka = 0,333**

Angulo de fricción interna: φ **= 30 grados**

Cohesión probable: **C = 4,60 kg/cm2**

Peso unitario húmedo promedio: γ**H = 1,80 gr/cm3**

Capacidad portante neta (1.00-2.00 mts de Prof.) **q_n=30.30 Ton/M2**

Presión admisible entre (1.00 mts-2.00 mts) **q'_a = 10.10 Ton/M2**

Profundidad de cimentación asumida: **>1.50 mts**

Profundidad del nivel freático: **mayor a 4 metros**

Factor de seguridad asumido: **3**

Potencial corrosivo de los suelos: **NO CORROSIVO**

Características químicas - Contenido De Sulfatos Expresada Como **SO4=1.1<1.2 cumple.**

Los asentamientos máximos permisibles son de **17.88 mm.**

20.1. Estudio de estabilidad de laderas.

Donde las condiciones geológicas, hidráulicas y de pendiente lo exijan, se deben realizar estudios particulares de estabilidad de laderas de acuerdo con la Sección H.4.4 de Diseño Geotécnico, cuando no se hayan incluido como parte de los estudios geotécnicos preliminares o definitivos.

20.2. Obligación de estudios de laderas.

Cuando las entidades municipales o regionales hayan definido las zonas en las cuales sean de obligatoria ejecución los estudios de estabilidad de laderas con base en las características geológicas, hidráulicas y de pendiente del terreno, el estudio geotécnico debe atender este aspecto.

20.3. Consideraciones especiales.

20.3.1. Por tamaño y grupo de uso.

De acuerdo con A.1.4.1, En toda edificación del grupo de uso I, como las define A.2.5.1, que tenga más de 3000 m² de área en conjunto, o que forme parte de un programa de más de quince unidades de vivienda, y en todas las edificaciones de los grupos de usos II, III y IV, como las define A.2.5.1, deben considerarse los siguientes aspectos especiales en su diseño, construcción y supervisión técnica:

a) influencia del tipo de suelo en la respuesta sísmica de las edificaciones:
Coeficiente que representa la Aceleración Pico Efectiva, para diseño A_a=0.10, región 3.
Coeficiente que representa la Aceleración Pico efectiva, para el umbral de daño.
A_a=0.10
A_d=0.04

b) potencial de licuación del suelo en el lugar.
En términos generales, no se presentaron diferencia significativa en la variación de suelo en las diferentes perforaciones, encontrándose un suelo rocoso denso por lo que se prevé que el potencial de licuación del suelo sea bajo.

c) posibilidad de falla de taludes debida al sismo.
El terreno presenta una topografía en pendiente media, lo que no ofrece problemas de fallas debido a los taludes.

d) comportamiento en grupo del conjunto ante solicitaciones sísmicas, eólicas y térmicas de acuerdo con las juntas que tenga el proyecto.
Por ser edificaciones de mediana altura no presenta elevados inconvenientes de acuerdo con las solicitaciones sísmicas, de viento y térmicas.
Se diseñará la estructura de acuerdo con el título A y C de la NSR-10.

e) obligatoriedad de una supervisión técnica, profesionalmente calificada, de la construcción, según lo requerido en A.1.3.9.

Se requiere una supervisión técnica durante el desarrollo del proyecto.

21. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Las capacidades obtenidas en el estudio no deben ser superadas por los esfuerzos que serán trasmitidos al suelo de fundación, para lo cual se debe tener en cuenta la distribución de estos.

La probable cimentación por construir para las obras que hacen parte del proyecto de muro de contención se debe colocar sobre materiales que presenten propiedades mecánicas adecuadas en términos de resistencia y rigidez, o sobre rellenos artificiales, que no incluyan materiales degradables, debidamente compactados.

En el diseño de toda cimentación para las obras del proyecto de muro de contención, se deben considerar tanto los estados límite de falla, del suelo de soporte y de los elementos estructurales de la cimentación, como los estados límites de servicio.

Los cimientos se deben diseñar empotrados en su base para que los esfuerzos se transmitan en forma adecuada a la estructura de cimentación.

En los cálculos se tendrá en cuenta la interacción entre los diferentes elementos de la cimentación de la estructura y de las construcciones vecinas si las hay, como analizar si hay superposición de bulbos de carga, los efectos de los sótanos, las excentricidades de los centros de gravedad y de cargas que en conjunto se ocasionan.

Ningún elemento de cimentación puede ser discontinuo NSR-10 - E.2.1.4 sin embargo, estas determinaciones son objeto del cálculo estructural.

El terreno debe limpiarse de todo material orgánico y deben realizarse los drenajes necesarios para asegurar una mínima incidencia de la humedad NSR – 10 E.2.1.3.

En las áreas de piso y vigas de cimentación se debe remover, por lo menos, una capa de 0.20 m para reemplazar por un material seleccionado compactado al > = 95% de la máxima obtenida en el ensayo de Proctor modificado.

Se debe garantizar una profundidad tal que se elimine toda posibilidad de erosión o meteorización acelerada del suelo, arrastre del mismo por tubificación causada por flujo de las aguas superficiales o subterráneas de cualquier origen.

PARAMETROS PARA CALCULO ESTRUCTURAL

- Módulo de presión activa de Rankine **Ka = 0,333.**
- Angulo de fricción interna: φ **= 30 grados.**
- Cohesión probable: **C = 4,60 kg/cm^2.**
- Peso unitario húmedo promedio: γ**H = 1,80 gr/cm^3.**
- Capacidad portante neta (1.00-2.00 mts de Prof.) **q_n=30.30 Ton/m^2.**
- Presión admisible entre (1.00 mts-2.00 mts) **q'_a = 10.10 Ton/m^2.**
- Profundidad de cimentación asumida: **>1.50 m.**
- Profundidad del nivel freático: **mayor a 4 metros.**
- Factor de seguridad asumido: **3.**
- Potencial corrosivo de los suelos: **NO CORROSIVO.**
- Características químicas - Contenido De Sulfatos Expresada Como **SO4=1.1<1.2 cumple.**
- Los asentamientos máximos permisibles son de **17.88 mm.**
- Módulo de elasticidad: **4.5 Mpa.**
- Coeficiente de consolidación **Cv=12 cm2/seg x 10^{-4}.**
- Coeficiente de Balasto: **0.938 Kg/cm^3.**

22. LIMITACIONES.

El presente informe y las recomendaciones propuestas en él, se lograron establecer a partir del perfil estratigráfico obtenido de las muestras recuperadas del subsuelo y de los ensayos de campo realizados en distintos puntos del lote.

Se solicita a los interesados, que, si en el período de diseño se realizan cambios o si durante la construcción se encuentran diferencias en las condiciones del subsuelo establecidas como típicas en este informe, se nos comunique inmediatamente, para así revisar las recomendaciones propuestas y realizar los cambios necesarios.

ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL CONSULTOR
M.P. 08202083631 ATL

DANIEL GONZALEZ MARTINEZ
Esp. EN SUELOS Y CIMENT.
M.P. 13202-360143 BLV

NOS INGENIERIA S.A.S

ANEXO No.1

REGISTRO FOTOGRÁFICO.

CONSTRUCCIÓN DE COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO CIENAGA DE ORO DEPARTAMENTO DEL CORDOBA.

CONSTRUCCIÓN MURO DE CONTENCIÓN.

REGISTRO FOTOGRAFICO SONDEO No. 1

FOTOGRAFIA No. 1	FOTOGRAFIA No. 2
	
Toma de muestras de suelo mediante la utilización de un equipo mecánico de barrenado por el método de rotación (barreno helicoidal)	Ensayos realizados a las muestras extraidas
FOTOGRAFIA No. 3	**FOTOGRAFIA No. 4**
	
Ensayos realizados a las muestras extraidas	Ensayos realizados a las muestras extraidas

REGISTRO FOTOGRAFICO SONDEO No. 2

FOTOGRAFIA No. 1	FOTOGRAFIA No. 2
	
Toma de muestras de suelo mediante la utilización de un equipo mecánico de barrenado por el método de rotación (barreno helicoidal)	Ensayos realizados a las muestras extraidas
FOTOGRAFIA No. 3	**FOTOGRAFIA No. 4**
	
Ensayos realizados a las muestras extraidas	Ensayos realizados a las muestras extraidas

REGISTRO FOTOGRAFICO SONDEO No. 3

FOTOGRAFIA No. 1	FOTOGRAFIA No. 2
	
Toma de muestras de suelo mediante la utilización de un equipo mecánico de barrenado por el método de rotación (barreno helicoidal)	Ensayos realizados a las muestras extraidas
FOTOGRAFIA No. 3	**FOTOGRAFIA No. 4**
	
Ensayos realizados a las muestras extraidas	Ensayos realizados a las muestras extraidas

NOS INGENIERIA S.A.S

ANEXO No.2

ENSAYOS DE LABORATORIO.

CONSTRUCCIÓN DE COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO CIENAGA DE ORO DEPARTAMENTO DEL CORDOBA.

CONSTRUCCIÓN MURO DE CONTENCIÓN.

RPP
ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y GEOTECNIA DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto : ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

SONDEO: 1

Localización del Proyecto: LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL- CIENAGA DE ORO - CORDOBA

FECHA: 15 de marzo de 2024

DATOS DEL SONDEO			PERFIL DEL SUELO	HUMEDAD NATURAL	HUMEDAD DE EQUILIBRIO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	GRADACIÓN % PASA	PESO UNITARIO SECO (g/cm3)	Angulo de friccion interna	SPT	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		
DETALLE	Profundidad. Mts.														
	De	Hasta		%Wn	%Weq	%	%	%	Nº200	γd	Grados	# Golpes	USCS	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA
	0.00	0.10													
SONDEO No. 1	0.10	1.00		10.50	14.00	49.70	20.50	29.20	90.10	2.00	30	12-15-17	SC-CL	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron	Media
	1.00	2.00		10.50	10.00	44.80	26.80	18.00	91.30	1.78	30	13-16-18	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas	Media
	2.00	3.00		9.80	10.00	44.60	22.60	22.00	87.00	1.77	30	12-14-19	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
	3.00	4.00		9.80	10.00	44.20	25.40	18.80	89.30	1.78	30	11-15-20	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
	4.00	5.00		13.20	14.00	0.00	0.00	0.00	25.00	1.84	20	12-14-17	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media
	5.00	6.00		11.00	10.00	0.00	0.00	0.00	22.00	1.98	20	12-15-18	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

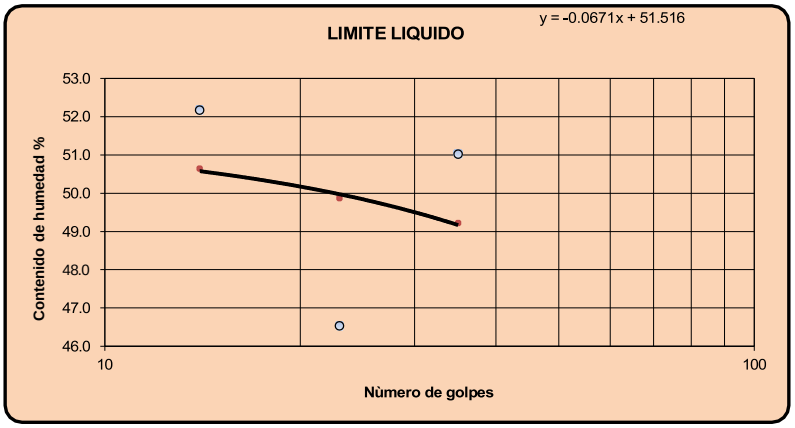
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	1		Muestra No.	1	Prof. 0.10 - 1.00 m.
Descripción:	SC-CL - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color Marron				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	23	14	
No recipiente	2	3	4	
P1	33.00	35.00	37.00	
P2	23.00	25.01	25.44	
Dif.	10.00	9.99	11.56	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	19.60	21.47	22.16	
% Humedad	51.0%	46.5%	52.2%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	10		11	
P1	24.11		24.15	
P2	20.55		20.66	
Dif.	3.56		3.49	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	17.16		17.23	
% Humedad	20.7		20.3	

GRADACIÓN				
P. w=	380	P. seco=	344	10.5%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	12.0	3.5	96.5
No. 200	0.075	22.0	6.4	90.1
Fondo		310.0	90.1	



RESULTADOS		
IF =	-3.6	
Limite liquido	49.7	%
Limite plastico	20.5	%
Índice de plasticidad	29.2	%
U.S.C.	**SC-CL - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color Marron**	

ROBERT PINEDA PEREA

M.P. 08202083631 ATL

INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO

Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

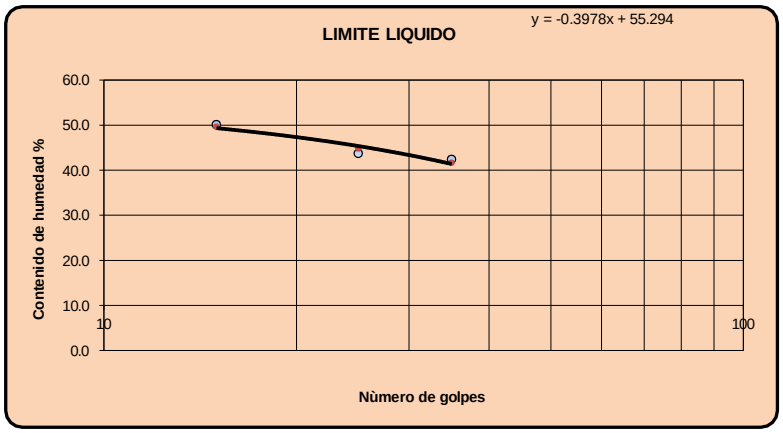
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	1		Muestra No.	2	Prof. 1.00 - 2.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	25	15	
No recipiente	10	11	12	
P1	33.50	35.64	38.00	
P2	24.55	25.88	26.42	
Dif.	8.95	9.76	11.58	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	21.15	22.34	23.14	
% Humedad	42.3%	43.7%	50.0%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	13		14	
P1	25.11		24.10	
P2	20.15		20.11	
Dif.	4.96		3.99	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	16.76		16.68	
% Humedad	29.6		23.9	

GRADACIÓN				
P. w=	380	P. seco=	344	10.5%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	10.0	2.9	97.1
No. 200	0.075	20.0	5.8	91.3
Fondo		314.0	91.3	



RESULTADOS		
IF =	-21.6	
Limite liquido	44.8	%
Limite plastico	26.8	%
Índice de plasticidad	18.0	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas**	

ROBERT PINEDA PEREA

M.P. 08202083631 ATL

INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO

Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

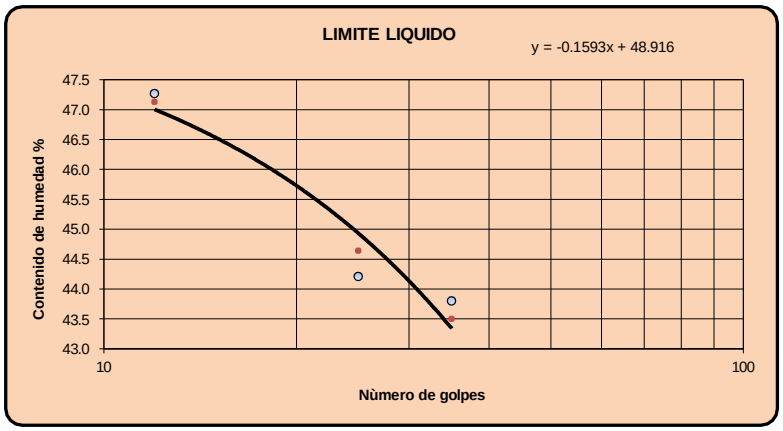
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	1		Muestra No.	3	Prof. 2.00 - 3.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	25	12	
No recipiente	9	10	21	
P1	33.21	35.41	37.49	
P2	24.13	25.64	26.51	
Dif.	9.08	9.77	10.98	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.73	22.10	23.23	
% Humedad	43.8%	44.2%	47.3%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	20		6	
P1	24.65		23.69	
P2	20.56		20.11	
Dif.	4.09		3.58	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	17.17		16.68	
% Humedad	23.8		21.5	

GRADACIÓN				
P. w=	381	P. seco=	347	9.8%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	20.0	5.8	94.2
No. 200	0.075	25.0	7.2	87.0
Fondo		302.0	87.0	



RESULTADOS		
IF =	-7.8	
Limite liquido	44.6	%
Limite plastico	22.6	%
Índice de plasticidad	22.0	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	1		Muestra No. 4	Prof.	3.00 - 4.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

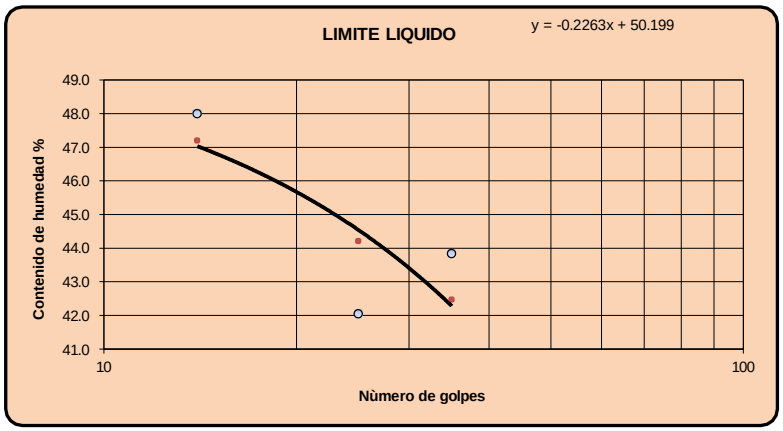
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	25	14	
No recipiente	1	2	3	
P1	33.10	35.40	37.11	
P2	24.05	25.97	26.14	
Dif.	9.05	9.43	10.97	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.65	22.43	22.86	
% Humedad	43.8%	42.0%	48.0%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	5		6	
P1	24.65		23.99	
P2	20.16		20.00	
Dif.	4.49		3.99	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	16.77		16.57	
% Humedad	26.8		24.1	

GRADACIÓN

P. w=	380	P. seco=	346	9.8%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	15.0	4.3	95.7
No. 200	0.075	22.0	6.4	89.3
Fondo		309.0	89.3	



RESULTADOS		
IF =	-11.9	
Limite liquido	44.2	%
Limite plastico	25.4	%
Índice de plasticidad	18.8	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

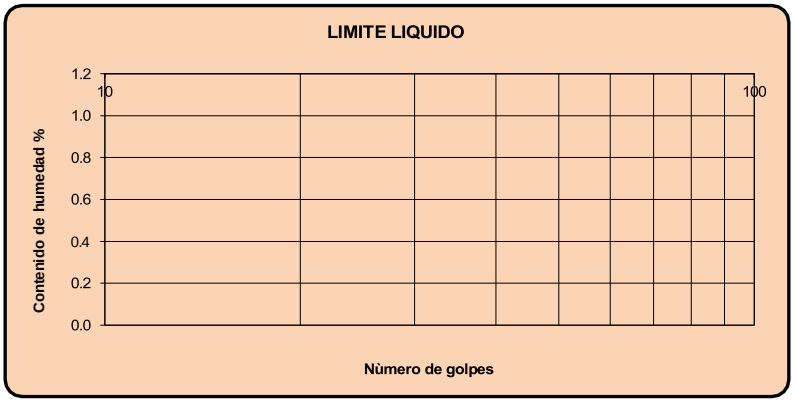
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	1		Muestra No.	5	Prof. 4.00 - 5.00 m.
Descripción:	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

GRADACIÓN				
P. w=	385	P. seco=	340	13.2%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	10.0	2.9	97.1
No. 4	4.8	30.0	8.8	88.2
No.10	2.0	50.0	14.7	73.5
No. 40	0.425	75.0	22.1	51.5
No. 200	0.075	90.0	26.5	25.0
Fondo		85.0	25.0	



RESULTADOS		
IF =	0.0	
Limite liquido	0.0	%
Limite plastico	0.0	%
Índice de plasticidad	0.0	%
U.S.C.	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

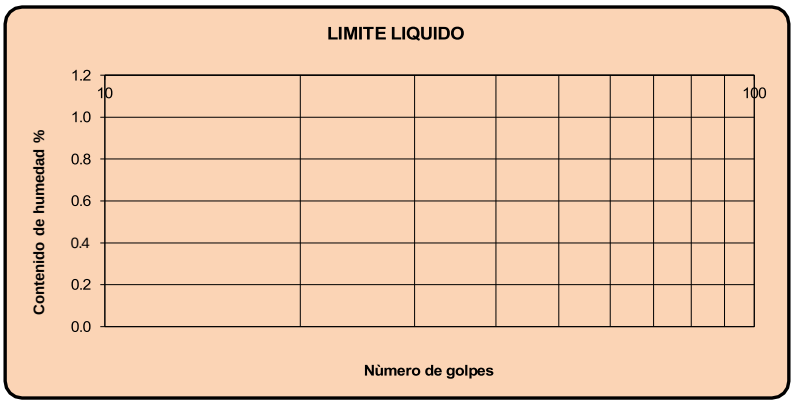
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	1		Muestra No.	6	Prof. 5.00 - 6.00 m.
Descripción:	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

GRADACIÓN				
P. w=	400	P. seco=	346	15.6%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	10.0	2.9	97.1
No. 4	4.8	20.0	5.8	91.3
No.10	2.0	25.0	7.2	84.1
No. 40	0.425	45.0	13.0	71.1
No. 200	0.075	170.0	49.1	22.0
Fondo		76.0	22.0	



RESULTADOS		
IF =	0.0	
Limite liquido	0.0	%
Limite plastico	0.0	%
Índice de plasticidad	0.0	%
U.S.C.	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y GEOTECNIA DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto : ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

SONDEO: 2

Localización del Proyecto: LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL- CIENAGA DE ORO - CORDOBA

FECHA: 15 de marzo de 2024

DATOS DEL SONDEO			PERFIL DEL SUELO	HUMEDAD NATURAL	HUMEDAD DE EQUILIBRIO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	GRADACIÓN % PASA	PESO UNITARIO SECO (g/cm3)	Angulo de Friccion interna	SPT	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		
DETALLE	Profundidad. Mts.														
	De	Hasta		%Wn	%Weq	%	%	%	Nº200	γd	Grados	# Golpes	USCS	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA
	0.00	0.10													
SONDEO No. 2	0.10	1.00		9.80	14.00	45.00	25.70	19.30	87.00	2.00	31	13-15-19	SC-CL	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron	Media
	1.00	2.00		9.90	10.00	46.10	24.60	21.50	88.10	1.80	31	12-16-20	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas	Media
	2.00	3.00		10.50	10.00	43.80	22.20	21.70	86.30	1.75	31	13-15-20	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
	3.00	4.00		9.50	13.00	45.40	23.80	21.60	84.10	1.70	31	12-16-21	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
	4.00	5.00		10.10	14.00	0.00	0.00	0.00	28.10	1.77	20	12-15-17	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media
	5.00	6.00		9.20	10.00	0.00	0.00	0.00	17.80	2.00	20	13-16-19	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

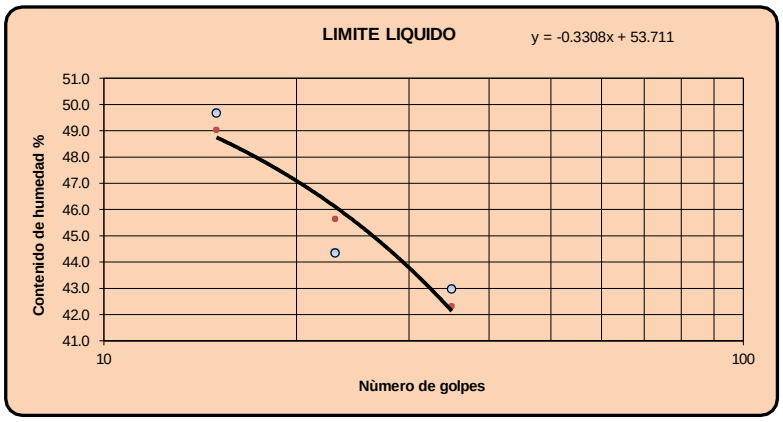
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	2		Muestra No.	1	Prof. 0.10 - 1.00 m.
Descripción:	SC-CL - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color Maron				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	23	15	
No recipiente	6	8	15	
P1	33.01	35.15	37.45	
P2	24.11	25.44	26.11	
Dif.	8.90	9.71	11.34	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.71	21.90	22.83	
% Humedad	43.0%	44.3%	49.7%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	10		11	
P1	24.54		23.97	
P2	20.10		19.88	
Dif.	4.44		4.09	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	16.71		16.45	
% Humedad	26.6		24.9	

GRADACIÓN				
P. w=	380	P. seco=	346	9.8%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	10.0	2.9	97.1
No. 40	0.425	15.0	4.3	92.8
No. 200	0.075	20.0	5.8	87.0
Fondo		301.0	87.0	



RESULTADOS		
IF =	-18.2	
Limite liquido	45.0	%
Limite plastico	25.7	%
Índice de plasticidad	19.3	%
U.S.C.	**SC-CL - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color Maron**	

ROBERT PINEDA PEREA

M.P. 08202083631 ATL

INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO

Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

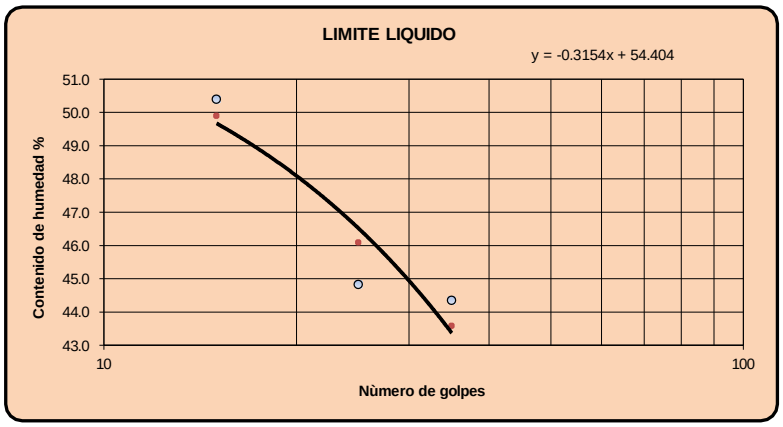
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	2		Muestra No.	2	Prof. 1.00 - 2.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	25	15	
No recipiente	1	2	3	
P1	33.15	35.40	37.66	
P2	24.01	25.54	26.14	
Dif.	9.14	9.86	11.52	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.61	22.00	22.86	
% Humedad	44.3%	44.8%	50.4%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	5		6	
P1	24.50		23.98	
P2	20.14		20.11	
Dif.	4.36		3.87	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	16.75		16.68	
% Humedad	26.0		23.2	

GRADACIÓN				
P. w=	378	P. seco=	344	9.9%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	5.0	1.5	98.5
No. 40	0.425	15.0	4.4	94.2
No. 200	0.075	21.0	6.1	88.1
Fondo		303.0	88.1	



RESULTADOS		
IF =	-17.1	
Limite liquido	46.1	%
Limite plastico	24.6	%
Índice de plasticidad	21.5	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	2		Muestra No.	3	Prof. 2.00 - 3.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

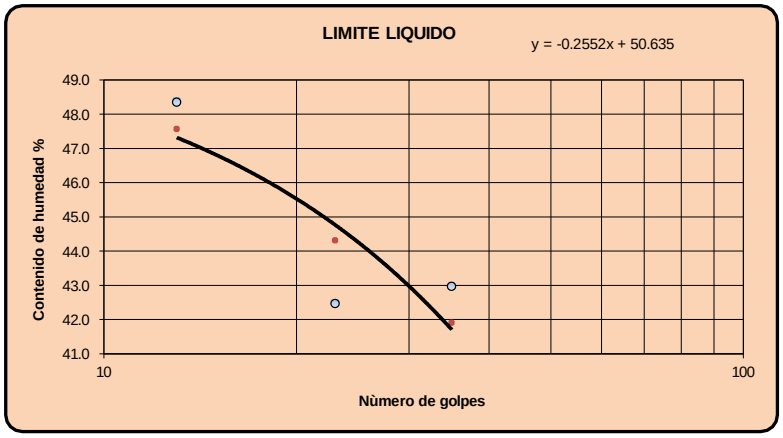
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	35	23	13	
No recipiente	13	14	15	
P1	33.01	35.21	37.43	
P2	24.11	25.77	26.30	
Dif.	8.90	9.44	11.13	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.71	22.23	23.02	
% Humedad	43.0%	42.5%	48.3%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	8		7	
P1	24.66		23.00	
P2	20.11		20.14	
Dif.	4.55		2.86	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	16.72		16.71	
% Humedad	27.2		17.1	

GRADACIÓN

P. w=	380	P. seco=	344	10.5%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	7.0	2.0	98.0
No. 40	0.425	15.0	4.4	93.6
No. 200	0.075	25.0	7.3	86.3
Fondo		297.0	86.3	



RESULTADOS		
IF =	-13.1	
Limite liquido	43.8	%
Limite plastico	22.2	%
Índice de plasticidad	21.7	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas**	

ROBERT PINEDA PEREA

M.P. 08202083631 ATL

INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO

Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

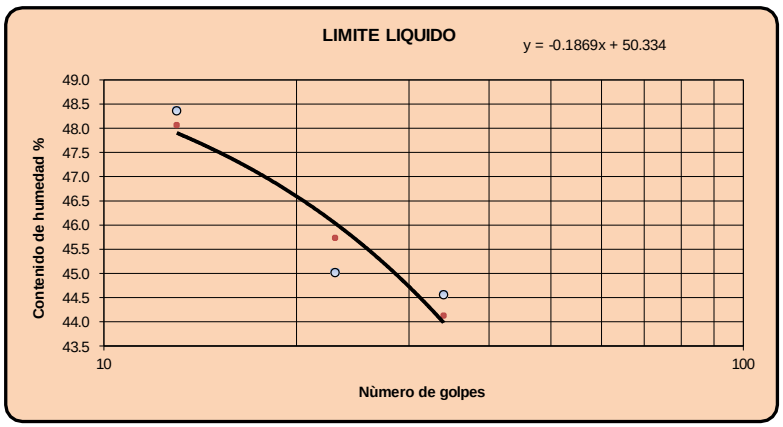
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	2		Muestra No.	4	Prof. 3.00 - 4.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	34	23	13	
No recipiente	5	6	8	
P1	33.25	35.34	37.15	
P2	24.05	25.47	26.11	
Dif.	9.20	9.87	11.04	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.65	21.93	22.83	
% Humedad	44.6%	45.0%	48.4%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	10		12	
P1	25.01		24.11	
P2	20.87		20.11	
Dif.	4.14		4.00	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	17.48		16.68	
% Humedad	23.7		24.0	

GRADACIÓN				
P. w=	380	P. seco=	347	9.5%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	10.0	2.9	97.1
No. 40	0.425	20.0	5.8	91.4
No. 200	0.075	25.0	7.2	84.1
Fondo		292.0	84.1	



RESULTADOS		
IF =	-9.4	
Limite liquido	45.4	%
Limite plastico	23.8	%
Índice de plasticidad	21.6	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

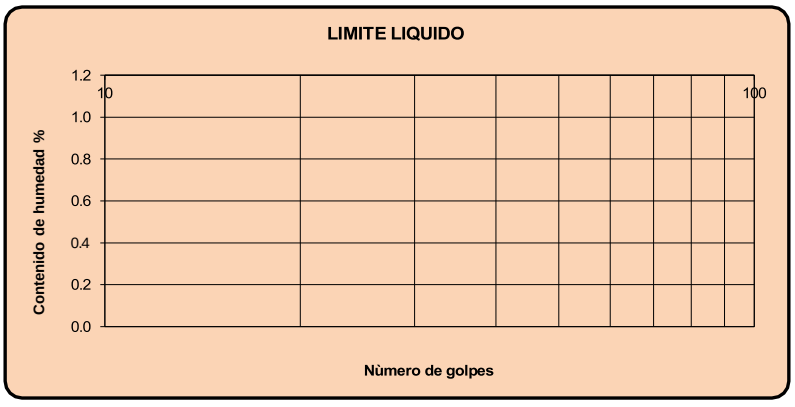
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	2		Muestra No.	5	Prof. 4.00 - 5.00 m.
Descripción:	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

GRADACIÓN				
P. w=	410	P. seco=	345	18.8%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	11.0	3.2	96.8
No. 4	4.8	22.0	6.4	90.4
No.10	2.0	45.0	13.0	77.4
No. 40	0.425	75.0	21.7	55.7
No. 200	0.075	95.0	27.5	28.1
Fondo		97.0	28.1	



RESULTADOS		
IF =	0.0	
Limite liquido	0.0	%
Limite plastico	0.0	%
Índice de plasticidad	0.0	%
U.S.C.	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

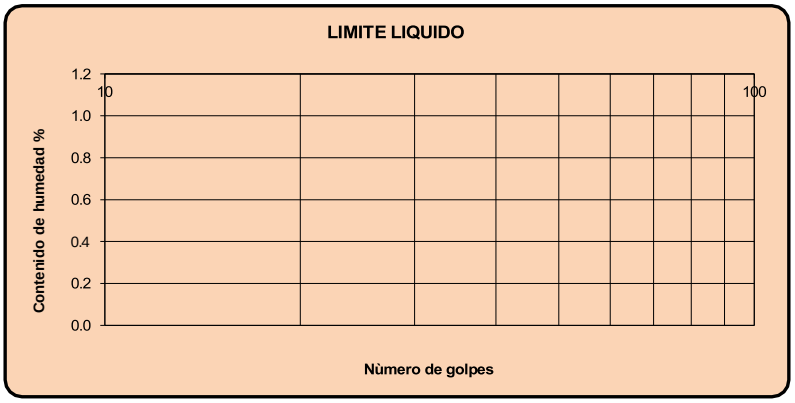
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	2		Muestra No.	6	Prof. 5.00 - 6.00 m.
Descripción:	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

GRADACIÓN				
P. w=	450	P. seco=	348	29.3%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	21.0	6.0	94.0
No. 4	4.8	25.0	7.2	86.8
No.10	2.0	60.0	17.2	69.5
No. 40	0.425	70.0	20.1	49.4
No. 200	0.075	110.0	31.6	17.8
Fondo		62.0	17.8	



RESULTADOS		
IF =	0.0	
Limite liquido	0.0	%
Limite plastico	0.0	%
Índice de plasticidad	0.0	%
U.S.C.	**SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

PROPIEDADES DE LOS SUELOS Y GEOTECNIA DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Proyecto : ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA

SONDEO: 3

Localización del Proyecto: LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL- CIENAGA DE ORO - CORDOBA

FECHA: 15 de marzo de 2024

DATOS DEL SONDEO			PERFIL DEL SUELO	HUMEDAD NATURAL	HUMEDAD DE EQUILIBRIO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	GRADACIÓN % PASA	PESO UNITARIO SECO (g/cm3)	Angulo de friccion interna	SPT	CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		
DETALLE	Profundidad. Mts.														
	De	Hasta		%Wn	%Weq	%	%	%	Nº200	γd	Grados	# Golpes	USCS	DESCRIPCIÓN	CONSISTENCIA
	0.00	0.10													
SONDEO No. 3	0.10	1.00		12.00	18.00	48.70	28.10	20.60	78.90	1.30	31	11-12-14.	SC-CL	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron	Media
	1.00	2.00		13.20	21.00	30.80	21.70	9.10	52.40	1.36	31	13-14-15.	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas	Media
	2.00	3.00		14.00	22.00	29.80	23.10	6.60	63.40	1.40	31	12-13-18.	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
	3.00	4.00		12.50	25.00	47.00	23.40	23.50	87.10	1.50	31	11-15-17.	SC-SM	Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas	Media
	4.00	5.00		14.00	19.00	0.00	0.00	0.00	26.10	1.57	20	12-14-17.	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media
	5.00	6.00		16.00	24.00	0.00	0.00	0.00	16.90	1.60	20	12-15-18.	SM	Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	Media

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	3		Muestra No.	1	Prof. 0.10 - 1.00 m.
Descripción:	SC-CL - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color Marron				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

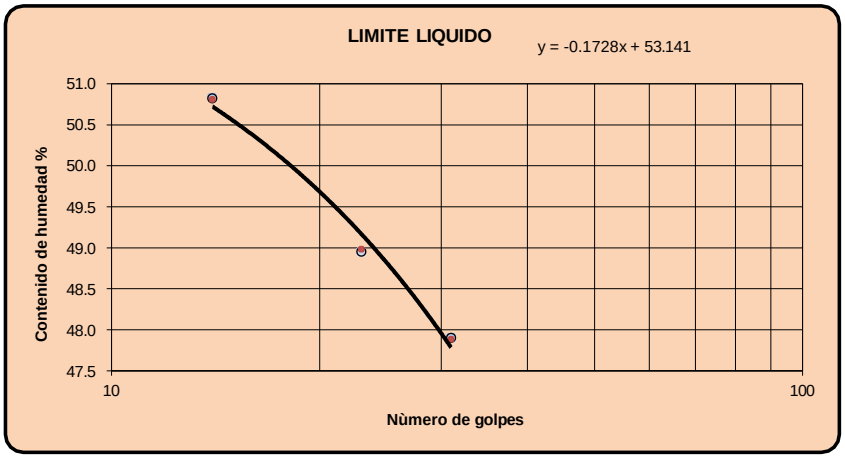
LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	31	23	14	
No recipiente	6	7	8	
P1	68.61	62.56	61.59	
P2	60.39	54.86	53.23	
Dif.	8.22	7.70	8.36	
P. Recipiente	43.23	39.13	36.78	
P. seco	17.16	15.73	16.45	
% Humedad	47.9%	49.0%	50.8%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	9		10	
P1	41.50		48.53	
P2	40.00		46.65	
Dif.	1.50		1.88	
P. Recipiente	34.66		39.96	
P. seco	5.34		6.69	
% Humedad	28.1		28.1	

GRADACIÓN

P. w=	684	P. seco=	418	64%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	28.0	6.7	93.3
No. 200	0.075	60.0	14.4	78.9
Fondo		330.0	78.9	



RESULTADOS		
IF =	-8.5	
Limite liquido	48.7	%
Limite plastico	28.1	%
Índice de plasticidad	20.6	%
U.S.C.	**SC-CL - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color Marron**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

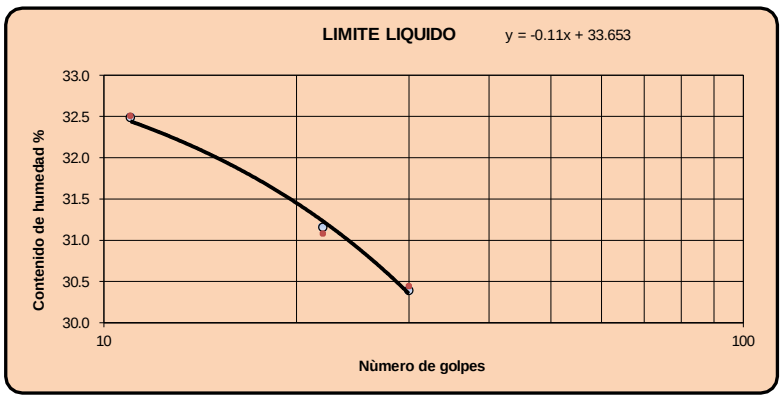
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	3		Muestra No.	2	Prof. 1.00 - 2.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:		LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	30	22	11	
No recipiente	11	12	13	
P1	68.00	64.87	61.08	
P2	61.98	58.72	54.58	
Dif.	6.02	6.15	6.50	
P. Recipiente	42.17	38.98	34.57	
P. seco	19.81	19.74	20.01	
% Humedad	30.4%	31.2%	32.5%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	14		15	
P1	53.10		50.18	
P2	51.66		48.70	
Dif.	1.44		1.48	
P. Recipiente	44.40		42.41	
P. seco	7.26		6.29	
% Humedad	19.8		23.5	

GRADACIÓN				
P. w=	690	P. seco=	418	65%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	9.0	2.2	97.8
No. 200	0.075	190.0	45.5	52.4
Fondo		219.0	52.4	



RESULTADOS		
IF =	-4.7	
Limite liquido	30.8	%
Limite plastico	21.7	%
Índice de plasticidad	9.1	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color marron con betas amarillas**	

ROBERT PINEDA PEREA

M.P. 08202083631 ATL

INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO

Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

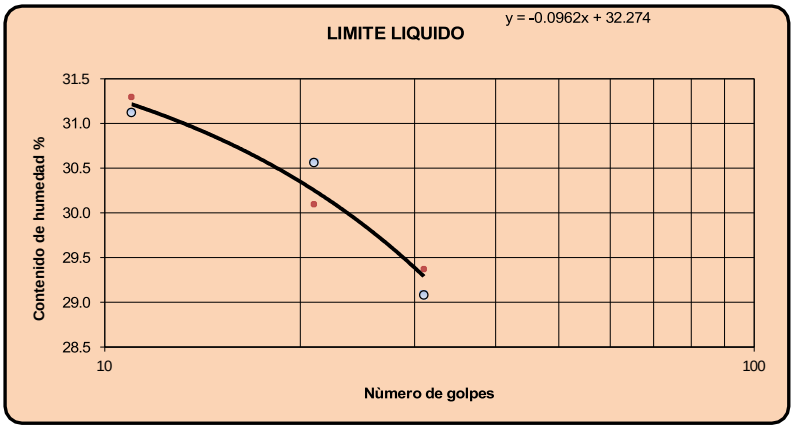
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	3		Muestra No.	3	Prof. 2.00 - 3.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	31	21	11	
No recipiente	16	17	18	
P1	70.68	73.76	70.08	
P2	64.80	67.04	62.72	
Dif.	5.88	6.72	7.36	
P. Recipiente	44.58	45.05	39.07	
P. seco	20.22	21.99	23.65	
% Humedad	29.1%	30.6%	31.1%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	19		20	
P1	46.15		48.91	
P2	44.80		47.60	
Dif.	1.35		1.31	
P. Recipiente	38.86		42.03	
P. seco	5.94		5.57	
% Humedad	22.7		23.5	

GRADACIÓN				
P. w=	684	P. seco=	355	92.7%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	20.0	5.6	94.4
No. 200	0.075	110.0	31.0	63.4
Fondo		225.0	63.4	



RESULTADOS		
IF =	-4.3	
Limite liquido	29.8	%
Limite plastico	23.1	%
Índice de plasticidad	6.6	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA	CLASIFICACION DE SUELOS I.N.V. E - 102 - 07

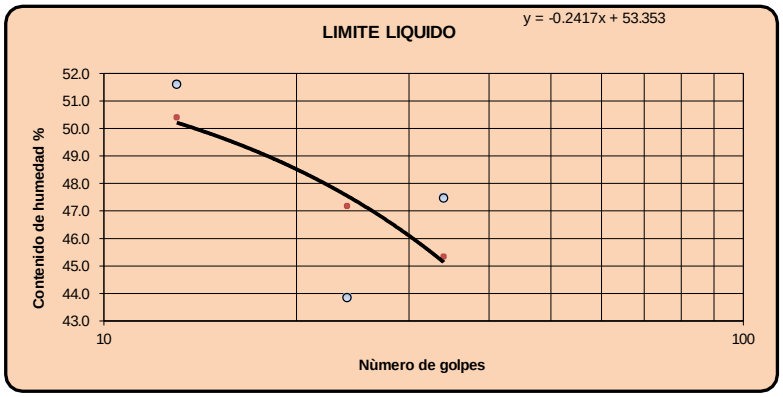
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	3		Muestra No.	4	Prof. 3.00 - 4.00 m.
Descripción:	SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes	34	24	13	
No recipiente	2	5	8	
P1	33.85	35.66	37.89	
P2	24.05	25.87	26.11	
Dif.	9.80	9.79	11.78	
P. Recipiente	3.40	3.54	3.28	
P. seco	20.65	22.33	22.83	
% Humedad	47.5%	43.8%	51.6%	

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente	10		11	
P1	24.55		23.87	
P2	20.41		20.11	
Dif.	4.14		3.76	
P. Recipiente	3.39		3.43	
P. seco	17.02		16.68	
% Humedad	24.3		22.5	

GRADACIÓN				
P. w=	380	P. seco=	348	9.2%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	0.0	0.0	100.0
No. 4	4.8	0.0	0.0	100.0
No.10	2.0	0.0	0.0	100.0
No. 40	0.425	20.0	5.7	94.3
No. 200	0.075	25.0	7.2	87.1
Fondo		303.0	87.1	



RESULTADOS		
IF =	-12.1	
Limite liquido	47.0	%
Limite plastico	23.4	%
Índice de plasticidad	23.5	%
U.S.C.	**SC-SM - Arcillas inorgánicas de media plasticidad Color amarillo con betas rojas**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

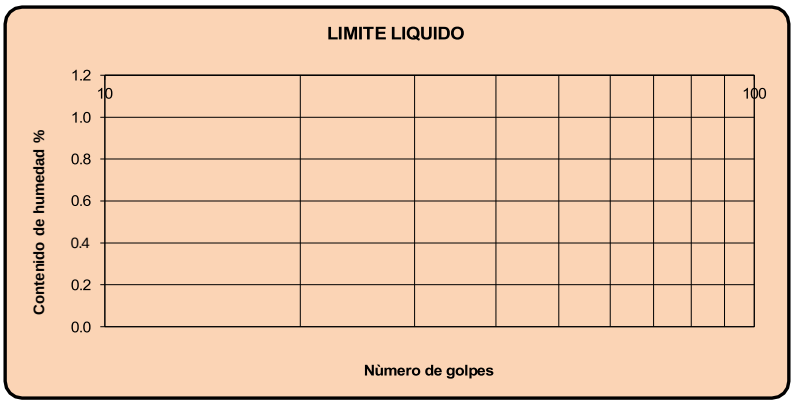
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	3		Muestra No.	5	Prof. 4.00 - 5.00 m.
Descripción:	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

GRADACIÓN				
P. w=	378	P. seco=	345	9.6%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	10.0	2.9	97.1
No. 4	4.8	25.0	7.2	89.9
No.10	2.0	40.0	11.6	78.3
No. 40	0.425	60.0	17.4	60.9
No. 200	0.075	120.0	34.8	26.1
Fondo		90.0	26.1	



RESULTADOS		
IF =	0.0	
Limite liquido	0.0	%
Limite plastico	0.0	%
Índice de plasticidad	0.0	%
U.S.C.	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista

RPP ESTRUCTURA Y GEOTECNIA

CLASIFICACION DE SUELOS
I.N.V. E - 102 - 07

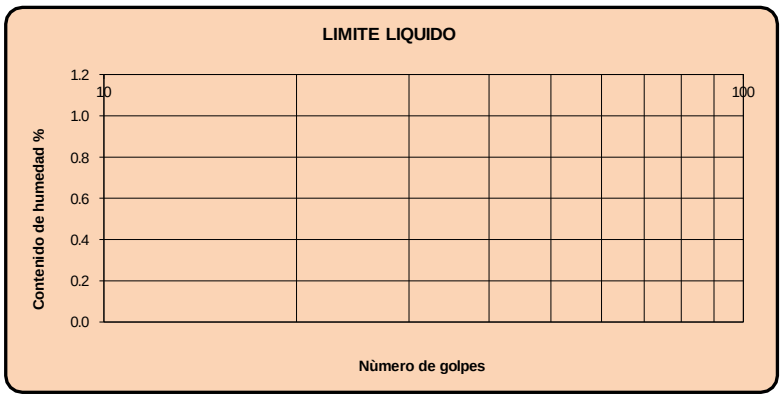
Objeto:	ESTUDIOS DE SUELOS PARA EL PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCION PARA EL COLISEO MULTIDEPORTIVO DEL MUNICIPIO DE CIÉNAGA DE ORO DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA				
Sondeo No.	3		Muestra No.	6	Prof. 5.00 - 6.00 m.
Descripción:	SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro				
Fecha:	15 de marzo de 2024		Localización:	LOTE PARA COLISEO VIA TRONCAL-CIENAGA DE ORO - CORDOBA	

LIMITES DE CONSISTENCIA

LIMITE LIQUIDO INV-E-125				
No de golpes				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

LIMITE PLASTICO INV-E-126				
No recipiente				
P1				
P2				
Dif.				
P. Recipiente				
P. seco				
% Humedad				

GRADACIÓN				
P. w=	405	P. seco=	344	17.7%
Tamiz		Peso	(%)	(%)
Alterno	Normal	Retenido	Retenido	Pasa
2"	50.0			100.0
1 1/2"	37.5		0.0	100.0
1"	25.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.5	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.5	21.0	6.1	93.9
No. 4	4.8	35.0	10.2	83.7
No.10	2.0	50.0	14.5	69.2
No. 40	0.425	70.0	20.3	48.8
No. 200	0.075	110.0	32.0	16.9
Fondo		58.0	16.9	



RESULTADOS		
IF =	0.0	
Limite liquido	0.0	%
Limite plastico	0.0	%
Índice de plasticidad	0.0	%
U.S.C.	**SM - Arenas con grava de nula plasticidad Color gris claro**	

ROBERT PINEDA PEREA
M.P. 08202083631 ATL
INGENIERO CIVIL

RPP
ROBERT PINEDA PEREA
INGENIERO CIVIL
NIT.73146962-3

SADIR SUAREZ ROMERO
Laboratorista