
**ESTUDIO DE SUELOS PARA ESCENARIO
RECREODEPORTIVO
Norma aplicada: NSR-10**

**ING. WILLIAM FUENTES LACOUTURE
M.P. 25202150640CND
INGENIERO CIVIL**

VALLEDUPAR, JULIO 2026

TABLA DE CONTENIDO

lista de figuras	3
1. inTRODUCCIÓN	4
2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL DISEÑO.....	5
2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO.....	5
3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	6
4 TRABAJO DE CAMPO	7
4.1 unidades de construcción.....	7
4.2 EXPLORACIONES DE CAMPO.....	7
4.3 GEOREFERENCIA DE Las exploraciones REALIZADaS.....	12
5 ENSAYOS DE LABORATORIO	13
6 PERFIL ESTRATIGRAFICO.....	14
7 CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES	16
8 EFECTOS SISMICOS LOCALES.....	19
9 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	20
10 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN	24
11 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE.....	25
11.1 DATOS PARA CALCULO DE CAPACIDAD	25
11.2 CALCULO DE ASENTAMIENTO	25
11.3 Módulo De Reacción Del Suelo Ks.....	25
12 empujes de tierra	30
13 CARACTERIZACION DE SUBRASANTE EN PARQUEADEROS	
31	
14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFÍA	36
registro fotográfico	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localizacion Lote en estudio. Fuente propia	4
Figura 2. Municipio de San Diego – Dpto del Cesar	6
Figura 3 . Numero de golpes N ₆₀	10
Figura 4. Carta de Casagrande en relación con los tipos de arcillas	13
Figura 5. Suelos predominantes. Fuente propia	14
Figura 6. Correlación de N _{SPT} con el ángulo de fricción interna - Terzagui y Peck	15
Figura 7. Comportamiento de falla por hundimiento en suelos arcilloso (Prandtl)	24

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Numero de golpes N ₆₀ (golpes/pie)	10
Tabla 2 Correlación entre N ₆₀ SPT y Densidad relativa del suelo	11
Tabla 3. MSF para diferentes autores (Tomada de Youd et al, 2001)	17
Tabla 4. Cálculo potencial de licuación	17
Tabla 5. Valores máximos de asentamientos diferenciales NSR-10	26

1. INTRODUCCIÓN

En este informe se hace un recuento del proceso investigativo llevado a cabo en la zona de influencia del lote donde se proyecta la CONSTRUCCION DE UNIDAD DEPORTIVA EN EL MUNICIPIO DE SAN DIEGO, DEPARTAMENTO DEL CESAR, con el fin de conocer el tipo de suelo base de fundación y su capacidad portante, localizado en el municipio de San Diego, Departamento del Cesar; las edificaciones se proyectan con sistema estructural aporticado en concreto reforzado con cubiertas liviana para lo cual se exponen los resultados de suelos obtenidos en campo y laboratorio los cuales sirven de base para los análisis de las cimentaciones recomendadas y las demás consideraciones para garantizar un adecuado comportamiento estructural de la cimentación.

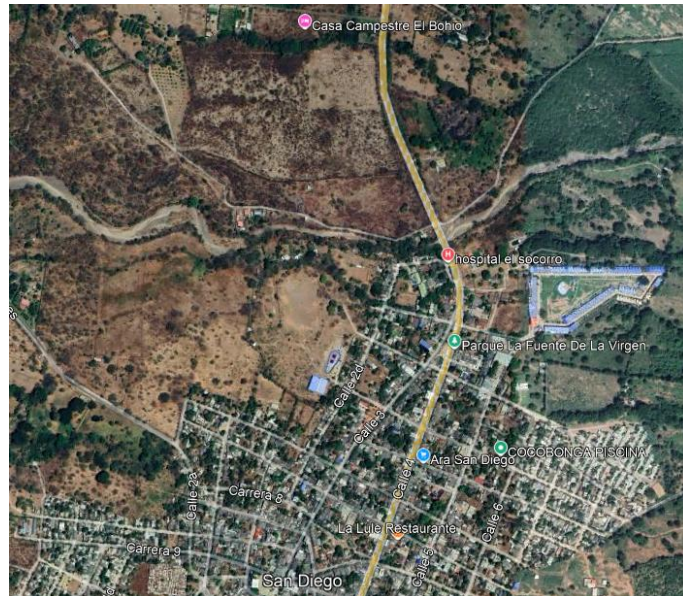


Figura 1. Localizacion Lote en estudio. Fuente propia

2 OBJETIVOS Y ALCANCES DEL DISEÑO

Los objetivos de este estudio de suelos se describen a continuación:

- Realizar el estudio de suelos con el fin de investigar las características geotécnicas más relevantes y las propiedades mecánicas de los suelos presentes en el área del proyecto.
- Aportar criterios para el diagnóstico de la estabilidad ante cargas proyectadas de los suelos presentes en el área del proyecto.
- Dar recomendaciones sobre el sistema de cimentación más conveniente a aplicar para el proyecto, calculando la capacidad portante de los suelos para la construcción de la edificación.

2.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto contempla la ejecución de dos graderías y cubierta metálica. Dichos elementos de apoyo se proyectan en concreto mediante cimentaciones en zapatas los cuales transmiten en forma adecuada los esfuerzos al terreno.

El sistema estructural utilizado transmite la sumatoria de cargas muertas y vivas a la cimentación para así darles estabilidad a los elementos estructurales y aportar resistencia sísmica, cubriendo los requerimientos de carga y los originados en el evento sísmico. Las cargas de diseño se indican a continuación, las cuales fueron tenidas en cuenta para cálculo de asentamientos, evaluación de capacidad portante:

Zona	Ton
Acceso principal	30
Polideportivo	65,0
Locales	30,0
C-eléctrico	28,0

Las zonas del lote en estudio No ha sufrido afectación para fines de ingeniería, presenta rasante definida y su topografía es relativamente plana.

3 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

El municipio de San Diego se encuentra ubicado al norte del Departamento del Cesar, en las coordenadas norte 10°19'57" y Oeste 73°10'51", pertenece a la zona nor-oriental del Departamento del Cesar y tiene una superficie territorial de 670 Kilómetros cuadrados, que limitan por el norte, el oriente y el sur con el municipio de La Paz; y por el occidente con el municipio de Valledupar, con el río Cesar en medio. Se encuentra localizado a 180 msnm.

En cuanto a las temperaturas, según los datos acumulados por el IDEAM en estaciones meteorológicas cercanas, la temperatura anual es 27 °C. El mes más caluroso es julio con un promedio de 34°C.

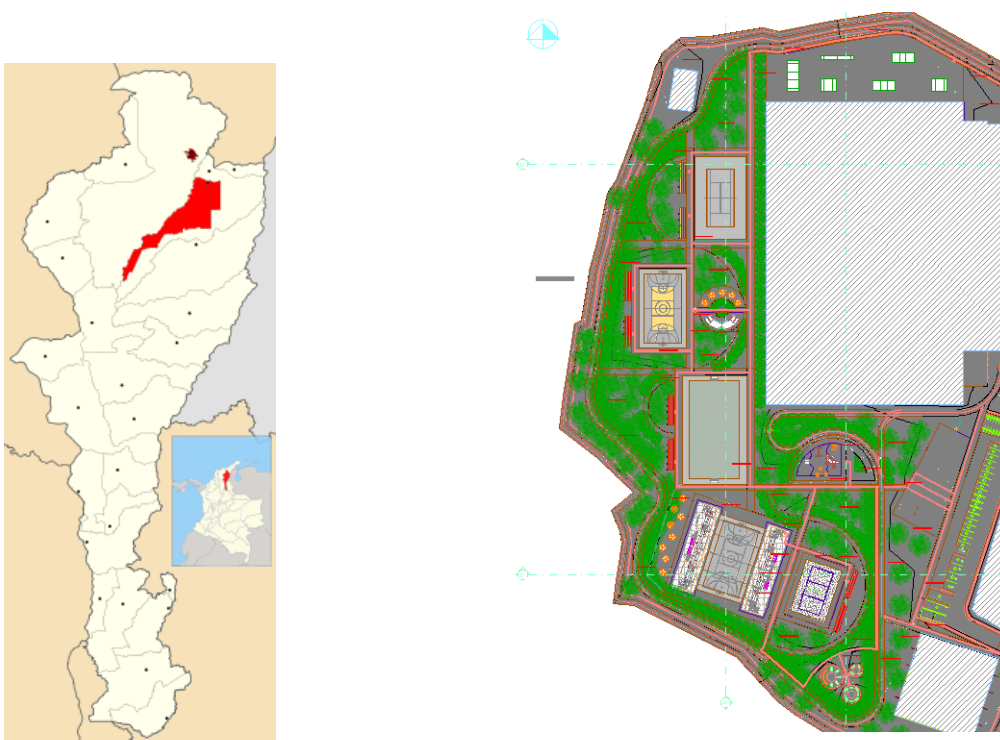


Figura 2. Municipio de San Diego – Dpto del Cesar

4 TRABAJO DE CAMPO

Las actividades en campo se iniciaron con la programación y planeación de los trabajos acordados con el cliente, para la realización de esta actividad se contó con un ingeniero civil de campo, un laboratorista, operadores de equipos de laboratorio y demás personal de apoyo técnico y logístico.

4.1 UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN.

Acorde con H 3.1, en el lote se identifican dos (2) unidades de construcción.

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

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

Igualmente se determina que la clasificación aplica para categoría baja debido a que dentro de la interacción suelo estructura, las cargas que llegan al subsuelo son inferiores a 80 Ton (800 Kn).

4.2 EXPLORACIONES DE CAMPO

Abarcando la totalidad del área en estudio, para las unidades y acorde con el tipo de proyecto que nos ocupa, donde su componente principal corresponde a un coliseo cubierto en el cual se identifica como una unidad de construcción, se realizaron tres (3) sondeos a profundidad entre -2.0 m y -6.0 m; teniendo en cuenta su cercanía con las demás canchas, se ejecutaron sondeos y apiques complementarios en las zonas de graderías, un sondeo en cada una de ellas y apiques complementarios. En total se ejecutaron catorce (14) exploraciones geotecnicas repartidas así: Diez (10) sondeos a profundidad entre -2,0 m y -6.0 m, desarrollándose el ensayo de penetración estandar (SPT) en cada uno y a cada metro de profundidad, tomándose muestras de suelo alteradas para ser analizadas en laboratorio. Lo anterior acorde con el numeral H.3.2 de la norma Colombiana NSR-10. En forma complementaria se realizaron 4 apiques, con el fin de corroborar el suelo base de fundación, donde se realizó el ensayo de PDC con el fin de obtener información acerca del

comportamiento geomecánico del suelo, con lo cual se pudo corroborar el tipo de suelo y validar la homogeneidad en el mismo. En todos los apiques hubo recuperación de muestras. Para realizar la toma de muestras alteradas nos apoyamos en la norma I.N.V. E111/22. Los sondeos No. 1, 2, 3, 4, 8 y 10 se planearon hasta una profundidad de -6.0 m. Los sondeos No. 3, 6, 7, 8, 9 y 10 no tuvo recuperación de muestra, garantizando según (H.3.2.5) que más del 50% de los sondeos alcancen la profundidad de norma.

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

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

Lo anterior sumado a la información secundaria de las exploraciones geotécnicas de las construcciones que actualmente hay en curso en el lote del proyecto, con la cual se valida el mismo tipo de suelo, logrando un grado de confiabilidad adecuado de acuerdo con el criterio del geotecnista.

Con la cantidad de exploraciones y profundidades exploradas, se cumple con NSR-10 H.3.2.5, toda vez que, a esta profundidad, el incremento del esfuerzo vertical solicitado por la edificación sobre el terreno es el 10% del esfuerzo vertical en la interfaz suelo – cimentación, además considerando que el sistema de cimentación adoptado es superficial correspondiente a zapatas y en algunos casos vigas de cimentación. Por lo anterior y, de acuerdo con el criterio del geotecnista, se considera una profundidad de exploración adecuada, ya que se cuenta con información amplia y suficiente para el conocimiento del subsuelo afectado por las obras y para la toma de decisiones inherentes al diseño.

Se concluye que la información secundaria disponible proporciona un nivel de confiabilidad adecuado para la definición de los parámetros geotécnicos de diseño y para la evaluación del comportamiento esperado de las cimentaciones propuestas. Por lo anterior, se considera que la campaña ejecutada satisface el objetivo fundamental exigido por la NSR-10 de caracterizar de manera suficiente el subsuelo que controla la respuesta geotécnica de la estructura proyectada, permitiendo desarrollar un diseño seguro y técnicamente sustentado.

El ensayo de penetración estándar consiste en penetrar el suelo con un equipo a percusión que consta de una pesa de 140 lbs, la cual se deja caer desde una altura libre de 30"; contabilizándose el número de golpes necesarios para hincar un pie.

Para la determinación del N_{60} (Numero de golpes corregido al 60% de la energía del martillo) se utilizará la siguiente formulación:

$$N_{60} = N * C_N * C_E * C_B * C_R * C_S \quad (\text{Bowles, 1996})$$

Donde:

N: Numero de golpes en campo

CN: Corrección por esfuerzo de confinamiento

CE: Corrección por energía transmitida

CB: Corrección por Diámetro de la perforación

CR: Corrección por Largo de la barra

CS: Corrección por Tipo de muestreo

- **Corrección por energía (CE)**

$$N_{e1} = N_{e2} * \left(\frac{e2}{e1}\right) = N_{60} = N_{45} \left(\frac{45}{60}\right) = 0,75N_{45} \quad (\text{Skempton, 1953, } e1=60\%)$$

- **Corrección por Confinamiento (Sobrecarga)**

Este factor ha sido identificado desde hace tiempo (Gibbs&Holz, 1957) y se hace por medio del factor C_n de forma tal que:

$$N_{crr} = N_1 = C_n * N$$

Y se ha estandarizado a un esfuerzo vertical de referencia $\sigma_v = 1 \text{ kg/cm}^2$ aproximadamente 1 atmósfera = Pa, como una función del parámetro R_s definido por:

$$R_s = \frac{\sigma'_v}{Pa}$$

Existen numerosas propuestas, entre las que se destacan las siguientes:

Autor	Expresión
Peck	$C_n = \frac{\log\left(\frac{20}{R_s}\right)}{\log(20)}$
Seed	$C_n = 1 - 1.25 \log(R_s)$
Meyerhoff-Ishihara	$C_n = \left(\frac{1.70}{0.7 + R_s}\right)$
Liao&Witman	$C_n = \sqrt{\frac{1}{R_s}}$
Skempton	$C_n = \left(\frac{2}{1 + R_s}\right)$
González	$C_n = \log\left(\frac{10}{R_s}\right)$
Zeevaert	$C_n = \frac{19152}{(95.76 + \sigma_{iw})}$
Schmertmann	$C_n = \frac{325}{(102 + 203R_s)}$

En general se recomienda que $C_n < 2.0$, por lo cual la formulación de Zeevaert es mucho más representativa para los efectos requeridos. A continuación, se indican la formulación para obtener el N corregido en función de una energía de referencia de 60%.

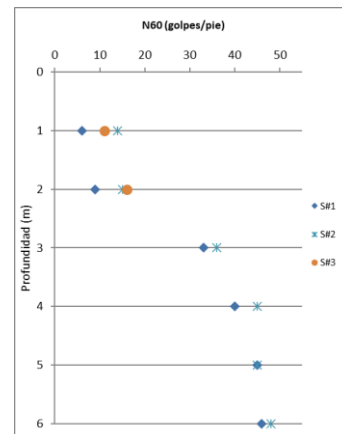
$$N_{60} = N_{45} \left(\frac{45}{60}\right) = 0,75 N_{45}$$

Apartir de las formulas mostradas anteriormente y por medio de correlaciones se obtienen los resultados de la correlación con el ensayo SPT el cual se encuentran en la Tabla 1 y se ilustran a continuación.

Tabla 1. Numero de golpes N₆₀ (golpes/pie)

PROF. (m)	NUMERO DE GOLPES/PIE (N ₆₀)				
	S#1	S#2	S#3	S#4	S#5
0.70 - 1.00	17	21	20	19	19
1.70 - 2.00	23	21	25	24	24
2.70 - 3.00	34	30	27	--	--
3.70 - 4.00	36	41	39		
4,70 - 5.00	50	50	41		
5.70 - 6.00	50	50	50		

Figura 3 . Numero de golpes N60



Teniendo en cuenta lo descrito en el numeral H3.2.5 de la NSR-10, para los 5 sondeos, más del 50% de los programados se ejecutaron hasta la profundidad de 6.0 m.

H.3.2.5 — PROFUNDIDAD DE LOS SONDEOS — Por lo menos el 50% de todos los sondeos debe alcanzar la profundidad dada en la Tabla H.3.2-1, afectada a su vez por los siguientes criterios, los cuales deben ser justificados por el ingeniero geotecnista. La profundidad indicativa se considerará a partir del nivel inferior de excavación para sótanos o cortes de explanación. Cuando se construyan rellenos, dicha profundidad se considerará a partir del nivel original del terreno:

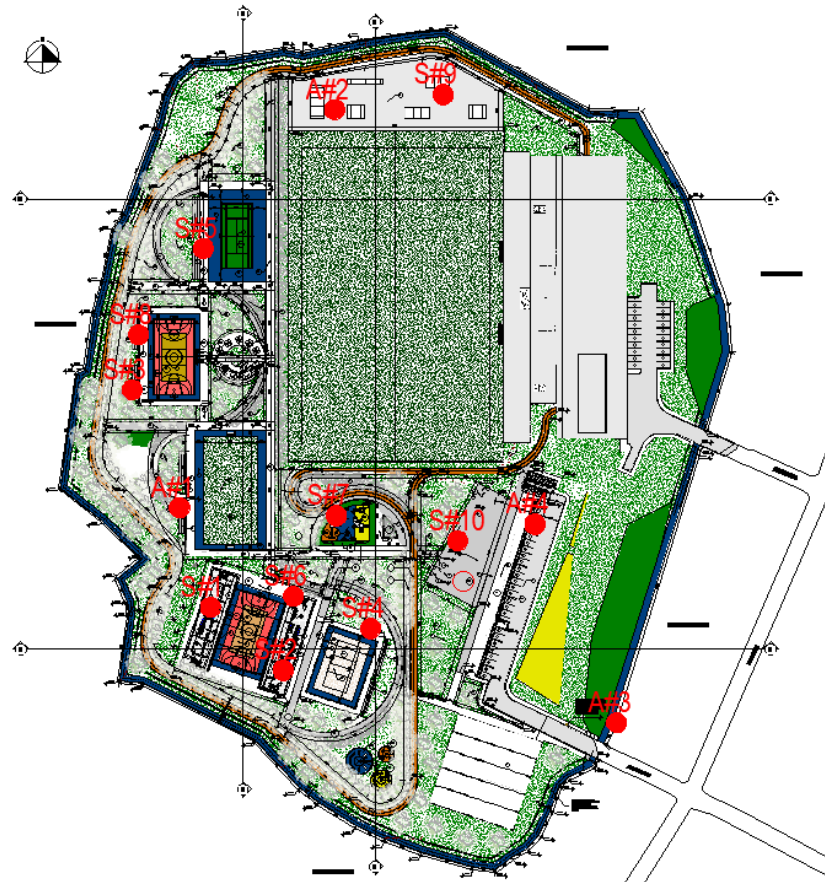
Los números de golpes corregidos, obtenidos superficialmente oscilan entre 18 y 35 golpes/pie aproximadamente, a partir de -2.0 m la compacidad relativa aumenta en forma significativa.

Tabla 2 Correlación entre N60 SPT y Densidad relativa del suelo

Número de penetración estándar, (N ₆₀)	Densidad relativa aproximada, D _r (%)	Número de penetración estándar, N ₆₀	Consistencia
0-5	0-5	0-2	Muy blanda
5-10	5-30	2-5	Blanda
10-30	30-60	5-10	Rigidez media
30-50	60-95	10-20	Rígida
		20-30	Muy rígida
		>30	Dura

No se encontró presencia de nivel freático en las exploraciones realizadas, cabe aclarar que, en el momento del trabajo de campo, la zona se encontraba en época de verano.

4.3 GEOREFERENCIA DE LAS EXPLORACIONES REALIZADAS



Sondeo	Coord. Norte	Coord. Este
S1	1098148.0571	1635205.6338
S2	1098174.9721	1635182.2809
S3	1098119.0261	1635286.3895
S4	1098212.5438	1635187.6866
S5	1098145.3954	1635338.8018
S6	1098149.1785	1635204.1287
S7	1098186.0078	1635196.9851
S8	1098119.7846	1635285.8411
S9	1098145.3954	1635338.8018
S10	1098160.0847	1635179.7189
A1	1098185.2158	1635196.4059
A2	1098210.4029	1635200.7429
A3	1098129.2094	1635321.4017
A4	1098160.8177	1635180.3945

5 ENSAYOS DE LABORATORIO

A las muestras obtenidas en los sondeos, se les llevaron a cabo ensayos de humedad natural, granulometrías, límite líquido y plástico y peso unitario acorde con las normas INV E-123 INV E-125 INV E-126.

Las actividades del laboratorio, abarcó todos los ensayos básicos requeridos para identificar en forma acertada y confiable las condiciones actuales del suelo de subrasante. Lo anterior acorde con las normas vigentes del INVIAS, ICONTEC y ASTM. Además, cuenta con los certificados de calibración vigentes los cuales han sido validados y parametrizados en forma adecuada.

Los resultados de los ensayos de laboratorio se presentan en el Anexo respectivo.

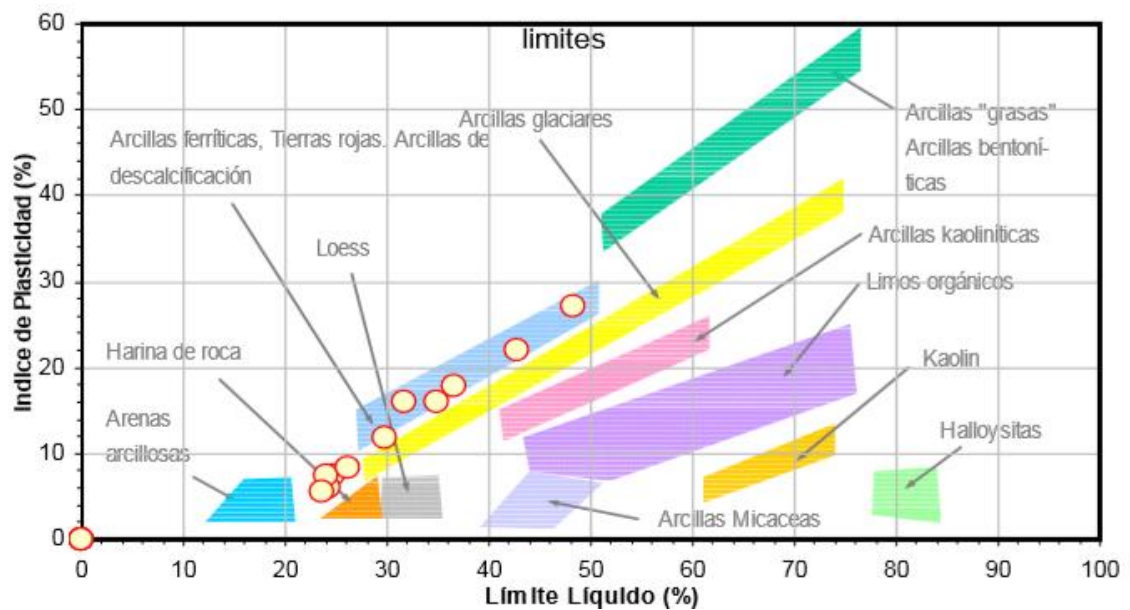


Figura 4. Carta de Casagrande en relación con los tipos de arcillas

6 PERFIL ESTRATIGRAFICO

Apoyados en los resultados de los sondeos realizados, se encontró que los suelos predominantes a nivel superficial corresponden a intercalaciones de gravas arenosas (GM) y arenas limosas de plasticidad baja o nula (SM), con humedades naturales inferiores a 10%, pasa Tamiz No. 200 inferiores a 35% y compacidad relativa media. Estos tipos de suelos presentan una permeabilidad alta y potencial expansivo bajo de acuerdo con los criterios de NSR-10. A nivel superficial (- 0.60 m) se detecta en algunos puntos del lote, un suelo de características arcillosas sin salirse de la matriz arenogravosa predominante.

A profundidades intermedias se detecta un aumento significativo de la compacidad relativa y se considera suelo firme. El bulbo de presiones de la cimentación tiene una profundidad aprox entre 3.0-4.0 m, por lo que se considera adecuada la exploración realizada hasta -6.0 m. Adicionalmente se aprecia uniformidad en el suelo grueso granular, el cual presenta condiciones portantes y estables.

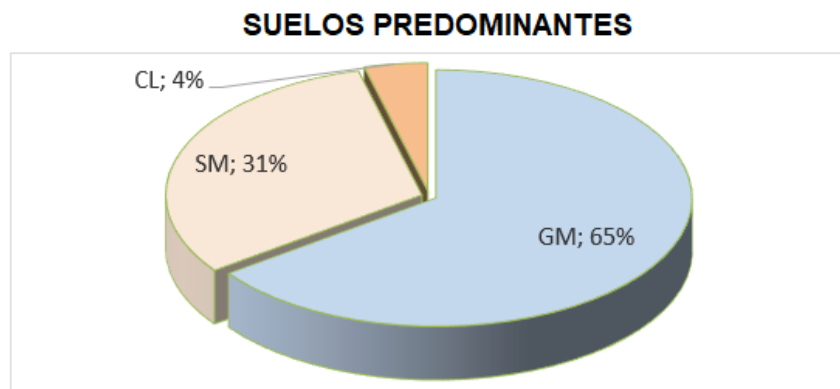


Figura 5. Suelos predominantes. Fuente propia

El nivel freático NO se localizó hasta la profundidad explorada, cabe anotar que, al momento de realizar el trabajo de campo, la zona de influencia del proyecto se encontraba en verano. En llegado caso que exista nivel freático en capas subyacentes a las analizadas, se prevé que por la alta permeabilidad del suelo existente en la zona, una posible fluctuación del nivel freático no generaría problemas en la cimentación.

De acuerdo con el registro visual de campo y los ensayos de laboratorio, no se aprecia presencia de suelos especiales (licuables, colapsables, expansivos, etc).

Se aclara que al encontrar suelos granulares, no se considera necesario realizar más ensayos de laboratorio (consolidación), ya que los parámetros de resistencia mecánica del suelo son determinados a partir del ensayo SPT realizado en campo.

Al estar frente a suelos granulares (H 2.5, NSR-10), aplicamos los criterios de densidad relativa correlacionando el ángulo de fricción interna (ϕ) con el valor N_{60} obtenido del ensayo SPT a partir de las experiencias y recomendaciones dada por Meyerhof, Vesic, el profesor Alvaro Gonzáles (COL) entre otros tratadistas.

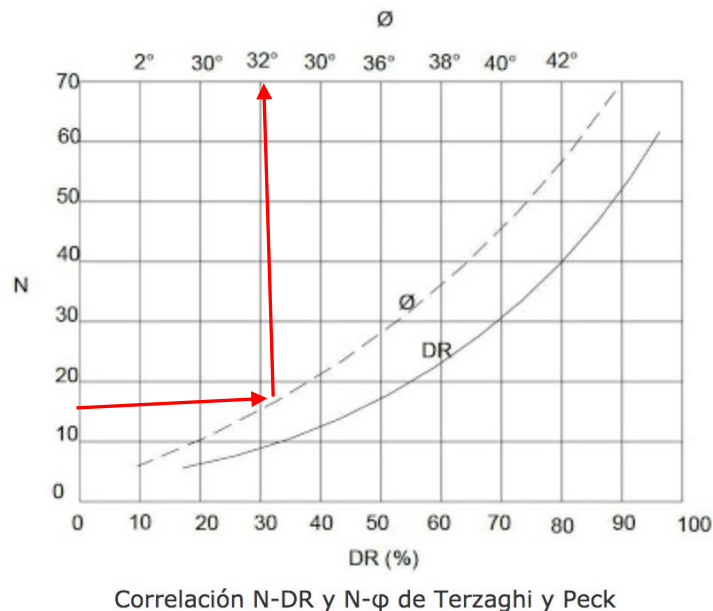


Figura 6. Correlación de N_{SPT} con el ángulo de fricción interna - Terzagui y Peck.

En los anexos se encuentran los perfiles que incluyen las propiedades índice en cada auscultación.

7 CONDICIONES GEOTÉCNICAS ESPECIALES

- ANÁLISIS POTENCIAL DE LICUACIÓN

La licuación está definida como un proceso de transformación de un material granular desde el estado sólido a un estado líquido como consecuencia del incremento de la presión de poros y una reducción del esfuerzo vertical efectivo (Marcuson, 1978). Este incremento de la presión de poros es inducido por la tendencia de los materiales granulares a compactarse al momento de enfrentarse a deformaciones de corte cíclicas. Este cambio de estado ocurre principalmente en suelos granulares sueltos a moderadamente densos, con pocas condiciones de drenaje, tales como arenas limosas o arenas y gravas en una matriz de sedimentos impermeables. Mientras la licuación ocurre, el estrato sólido se ablanda, permitiendo que ocurran largos ciclos de deformaciones. En materiales sueltos, el ablandamiento es acompañado de la pérdida de resistencia al corte del suelo, la cual puede generar grandes deformaciones de corte (Youd et al, 2001).

Dentro de las teorías para el cálculo de licuación de suelos, se encuentra la de Youd e Idriss (1997), quienes han realizado una recopilación de las teorías de grandes expertos al nivel mundial y las han actualizado con investigaciones recientes. Dicha teoría consiste en determinar el Factor de Seguridad a partir de la relación entre la resistencia a la licuación (Cyclic Resistance Ratio) y el esfuerzo cíclico generado (Cyclic Stress Ratio CSR), lo cual se multiplica por los factores de escala de magnitud (Magnitude Scaling Factors MSF), algunas de las formulaciones son las siguientes:

$$CRR_{7.5} = \frac{1}{34 - (N_1)_{60}} + \frac{(N_1)_{60}}{135} + \frac{50}{[10 \cdot (N_1)_{60} + 45]^2} - \frac{1}{200}$$

$$CSR = (\tau_{av}/\sigma'_{vo}) = 0.65(a_{max}/g)(\sigma_{vo}/\sigma'_{vo})r_d$$

$$MSF = 10^{2.24/M_w^{2.56}}$$

$$FS = (CRR_{7.5}/CSR)MSF$$

Donde CRR (resistencia) está en función del N60 (SPT) y CSR (carga actuante) está en función de la carga sísmica y los esfuerzos que esta misma genera, además de los esfuerzos totales y efectivos en cada punto, etc.

Magnitude, <i>M</i>	Seed and Idriss (1982)		Ambraseys (1988)	Arango (1996)		Andrus and Stokoe (1997)	Youd and Noble (1997b)		
	Idriss	Idriss ^a		Distance based	Energy based		$P_L < 20\%$	$P_L < 32\%$	$P_L < 50\%$
5.5	1.43	2.20	2.86	3.00	2.20	2.8	2.86	3.42	4.44
6.0	1.32	1.76	2.20	2.00	1.65	2.1	1.93	2.35	2.92
6.5	1.19	1.44	1.69	1.60	1.40	1.6	1.34	1.66	1.99
7.0	1.08	1.19	1.30	1.25	1.10	1.25	1.00	1.20	1.39
7.5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	—	—	1.00
8.0	0.94	0.84	0.67	0.75	0.85	0.8?	—	—	0.73?
8.5	0.89	0.72	0.44	—	—	0.65?	—	—	0.56?

Note: ? = Very uncertain values.
^a1995 Seed Memorial Lecture, University of California at Berkeley (I. M. Idriss, personal communication to T. L. Youd, 1997).

Tabla 3. MSF para diferentes autores (Tomada de Youd et al, 2001)

Al obtener estos datos y calcular el FS, se obtiene el potencial de licuación y asimismo las recomendaciones que se deben tener en cuenta: FS>1.4 – Aceptable, deformaciones mínimas, FS>1.25 – Probablemente no habrá problemas, FS>0.9 – Realizar nuevos estudios si las consecuencias de la licuación son graves, FS<0.9 – tomar medidas de prevención.

Analizando los suelos que se tienen en este proyecto, los resultados de licuación son los siguientes:

Tabla 4. Cálculo potencial de licuación

Prof (m)	FS	Potencial de licuación
1	2.5	Aceptable. deformaciones mínimas
2	2.6	Aceptable. deformaciones mínimas
3	2.8	Aceptable. deformaciones mínimas
4	2.9	Aceptable. deformaciones mínimas
5	3.5	Aceptable. deformaciones mínimas
6	3.7	Aceptable. deformaciones mínimas

De acuerdo con lo anterior, para este suelo de características granulares, sin nivel freático registrado hasta la profundidad explorada y encontrarse en una zona de amenaza sísmica baja, se considera un potencial de licuación aceptable, con deformaciones mínimas. Sin embargo, se recomienda realizar una compactación del suelo base de fundación con una densidad mayor al 95% del proctor modificado y un control de calidad estricto de materiales en obra.

- SUELOS EXPANSIVOS

De acuerdo con NSR-10 H.9.1-1, de acuerdo con la plasticidad del suelo hasta la profundidad de -6.0 m, presente en la zona, se prevé bajo potencial expansivo del mismo.

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

- ANÁLISIS SUELOS COLAPSABLES

Para determinar los suelos colapsables, como referencia y de acuerdo con NSR- H.9.3.3, se utiliza el criterio para identificar este tipo de suelos, cuando el volumen de vacíos iguala la cantidad de agua en el punto de límite líquido. Para conocer esto, se determina el peso unitario crítico a partir de la gravedad específica del suelo, el límite líquido y el peso unitario del agua.

Luego, se hace la comparación entre el peso unitario crítico y el peso unitario seco del suelo, para así saber si el suelo tiende a ser colapsable o no:

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} > 1 \text{ el suelo es estable o expansivo, y si}$$

$$\frac{\gamma_d}{\gamma_{dcrit}} \leq 1 \text{ el suelo es colapsable}$$

De este modo, para un Gs: 2.72, límite líquido de 25 % y gamma de 1.63 gr/cm³, la relación $\gamma_d/\gamma_c > 1.0$, lo cual descarta la colapsabilidad del suelo.

- ESPECIES DE ARBOLES Y/O VEGETACIÓN PROBLEMÁTICA

Según lo evidenciado en campo y las definiciones del proyecto, sí se prevé ningún tipo de árbol problemático en las zonas cercanas a la cimentación de los elementos estructurales importantes.

8 EFECTOS SISMICOS LOCALES

Teniéndose en cuenta la localización del proyecto, el tipo de suelo y el uso de éste, de acuerdo con la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente (NSR-10), tenemos:

- A_a = Aceleración pico-efectiva, $A_a = 0,10$
- Zona de amenaza sísmica = Baja
- Coeficiente $F_a = 1.6$, Coeficiente $F_v = 2.4$
- Coeficiente de importancia = Grupo II. Estructuras de ocupación especial I = 1,1.

Tipo de Perfil del suelo = D

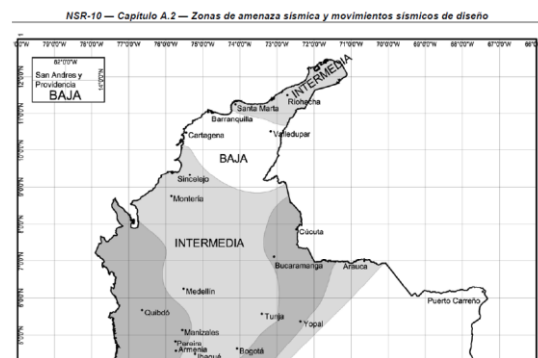
Basados en el procedimiento de clasificación según el artículo A.2.4.5 de la norma NSR-10, se realizan los siguientes pasos para validar el perfil adoptado:

Paso 1: El suelo encontrado no cae dentro de ninguna clasificación de las categorías del perfil de suelo F, ya que no son: suelos licuables, expansivos, dispersivos, turba, arcillas orgánicas, arcillas de muy alta plasticidad ni grandes espesores de arcillas de rigidez mediana a blanda.

Con base en las memorias descriptivas de las planchas geológicas de la zona en estudio, se logra extrapolar hasta los 30 m de profundidad el valor de los 18 golpes/pie, proyectando este mismo valor hasta dicho nivel. Lo anterior teniendo en cuenta la homogeneidad de los suelos en estudio.

Paso 2: El suelo Si clasifica como tipo D, ya que no hay presencia de arcillas blandas con espesor de 3.0 m o más.

Paso 3: Otro criterio de N_{60} , el perfil de suelo que corresponde es el tipo D, ya que tiene un N promedio mayor de 15.



9 PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Al estar frente a suelos granulares (H 2.5, NSR-10), aplicamos los criterios de densidad relativa correlacionando el ángulo de fricción interna (ϕ) con el valor N_{60} obtenido del ensayo SPT a partir de las experiencias y recomendaciones dada por Meyerhof, Vesic, el profesor Alvaro Gonzáles (COL) entre otros tratadistas.

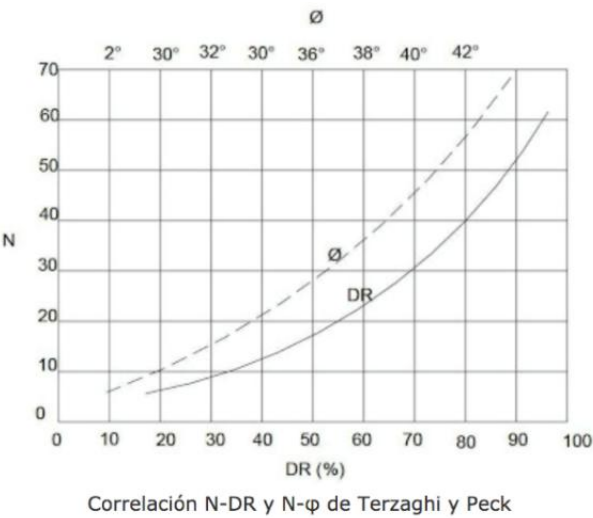


Figura 7. Correlación de N_{SPT} con el ángulo de fricción interna - Terzagui y Peck.

Para la caracterización geomecánica de los suelos, esta consultoría se apoyó en toda la información obtenida en campo mediante ensayos in situ, además de los ensayos en laboratorio, complementando con correlaciones científicas validadas de autores reconocidos en la geotecnia a nivel mundial.

Tabla 3. Formulaciones y valores típicos de los parámetros geotécnicos (Das B, 2001)

ϕ equivalente		Tipo de suelo	Es(Mpa)	ν
Peck	$\phi = 28.5 + 0.25 N_{\text{corregido}}$	Arena suelta	10,5-24,0	0,20-0,4
		Arena densa media	17,25-27,6	0,25-0,4
Peck, Hanson y Thornburn	$\phi = 26.25 [2 - e^{-(N_{\text{corregido}}/62)}]$	Arena densa	34,5-55,2	0,3-0,45
		Arena limosa	10,3-17,2	0,2-0,4
Kishida	$\phi = 15 + (12,5 * N_{\text{corregido}})^{0.5}$	Arena y grava	69,0-172,0	0,15-0,35
JNR (Japan National Railway)	$\phi = 27 + 0.1875 * N_{\text{corregido}}$	Arcilla blanda	4,1-20,7	0,20-0,50
		Arcilla media	20,7-41,4	0,20-0,50
JRB (Japan Road Bureau)	$\phi = 15 + (9.375 * N_{\text{corregido}})^{0.5}$	Arcilla firme	41,4-96,6	0,20-0,50

A partir del número de golpes corregido del ensayo SPT, se procede a utilizar las anteriores correlaciones con el fin de obtener el ángulo de resistencia interna ($^{\circ}$), procedimiento

que se realiza para cada sondeo y a cada profundidad, obteniendo los siguientes resultados de las correlaciones más utilizadas.

Tabla 4. Correlaciones empíricas para estimar el módulo de Young (E) en suelos granulares a partir del ensayo SPT (Bowles, 1986)

Tipo de suelo	Correlación (en kPa)	Referencia
Gravas	$600(N+6)$ $N < 15$ $600(N+6) + 2000$ $N > 15$	Bowles, 1996
Arenas saturadas	$250(N+15)$	Bowles, 1996
Arenas normalmente consolidadas	$500(N+15)$	Bowles, 1996
Arenas	$8 \cdot N \cdot 60 \cdot 100$	Schmertmann, 1970

A partir del tipo de suelo encontrado, se procede a utilizar las anteriores correlaciones con el fin de obtener los parámetros geomecánicos:

Tabla 5. Constantes elásticas de algunos suelos (U.S. Department of the Navy 1982 y Bowles 1982).

Suelo	Rango típico de valores		E _s aproximado f _{sp} N (1)	
	Módulo elástico E _s (kg/cm ²)	Relación de Poisson ν	Suelo	E _s (kg/cm ²)
Arcilla:				
Blanda sensitiva	25 - 150	0.40 - 0.50 no drenada	Limo, limoarenoso, suelos con baja cohesión	4 N ₁ (2)
Consistencia media	150 - 500			
Muy firme	500 - 1000		Arena limpia fina a media, arena poco limosa	7 N ₁
Loess	150 - 600	0.10 - 0.30		
Limo	20 - 200	0.30 - 0.35		
Arena fina:				
Suelta	80 - 120	0.25	Arena gruesa, arena con poca grava	10 N ₁
Densidad Media	120 - 200			
Densa	200 - 300		Grava arenosas y gravas	12 N ₁
Arena:				
Suelta	100 - 300	0.20 - 0.35	E _s aproximado a partir de s _u (kg/cm ²) (3)	
Densidad media	300 - 500	0.30 - 0.40	Arcilla blanda sensitiva	200 s _u - 500 s _u
Densa	500 - 800		Arcilla consistencia media a firme	750 s _u - 1200 s _u
			Arcilla muy firme	1500 s _u - 2000 s _u
Grava:				
Suelta	300 - 800	0.20 - 0.35	E _s aproximado a partir de q _c (kg/cm ²) (4)	
Densidad media	800 - 1000	0.30 - 0.40	Suelos arenosos	2 q _c
Densa	1000 - 2000			

En complemento de esta información, se incluyen otros parámetros del suelo, teniendo en cuenta que el origen predominante de los suelos en estudio corresponde a un suelo Aluvial de baja energía y suelos residuales:

Tabla 6. Propiedades geotécnicas para diferentes tipos de material (Geociencias Library, 2005).

Clasificación		Tamaño del grano	Valoración	Densidad Seca (pcf)	Ángulo de fricción (deg)	Cohesión (psf)	Permeabilidad (fpm)	Capacidad de Almacenamiento	Velocidad sísmica (fpsx1000)	Resistividad (ohm.mx1000)
Geológica	USCS									
ALUVIAL										
Alta Energía	GW, GP, GM	Medio-Grueso	Media-Buena	115-130	30-35	0	0.01-10	0.1-0.3	0.1-0.3	0.3-30 seco 0.2-20 húmedo
Baja Energía	ML, SM, SP, SW	Fino-Medio	Media-Buena	90-115	15-30	0-500	0.0001-0.1	0.05-0.2	0.05-0.2	0.01-10 seco 0.001 húmedo
COLUVIAL										
EÓLICO										
Arena de duna	SP	Medio	Muy Bueno	90-110	30-35	0	0.01-0.1	0.1-0.3	1-2.5	0.5-100
Loess	ML, SM	Fino	Medio-Bueno	80-100	20-30	500-1000	0.001-0.01	0.05-0.1	0.75-2.5	0.01-2
GLACIAL										
Till	SM, ML	Fino-Medio	Pobre	120-140	35-45	1000-4000	0-0.001	0-0.01	3.5-10	0.01-5
Outwash	GW, GP, SW, SP, SM	Medio-Grueso	Pobre-Buena	115-130	30-40	0-1000	0.01-10	0.01-0.3	4-6 seco 5-8.5 húmedo	0.1-10 seco 0.1-5 húmedo
Glaciolacustre	ML, SM, SP	Fino-Medio	Buena	100-120	15-35	0-3000	0.0-0.1	0.0-0.1	2.5-8.5	0.001-2.0
LACUSTRE										
Inorgánico	ML, SM, MH	Fino	Buena	70-100	5-20	0-200	0.0001-0.1	0.05-0.3	1.0-2.5	0.001-0.5
Orgánico	OL, PT	Fino-Medio	Pobre-Buena	10-70	0-10	0-200	0.0001-1.0	0.005-0.8	0.5-1.5	0.001-0.5

El parámetro de cohesión efectiva del suelo granular se considera despreciable a nula debido a la misma naturaleza de suelo no cohesivo.

2. Módulo de cortante (G)

Se calcula mediante:

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)}$$

donde

- G = módulo de cortante
- E = módulo de elasticidad
- ν = relación de Poisson

Valores típicos de módulo cortante:

Valores típicos

Estado	G (MPa)
Arena muy suelta	10–25
Arena suelta	20–50
Arena medianamente densa	40–100
Arena densa	80–200
Arena muy densa	150–400

Ahora para el coeficiente de Poisson:

3. Relación de Poisson (ν)

Valores típicos recomendados:

Tipo de suelo	ν
Arena muy suelta	0.20–0.25
Arena suelta	0.25–0.30
Arena medianamente densa	0.28–0.33
Arena densa	0.30–0.35
Grava	0.20–0.30

Valor habitual de diseño:

$$\nu = 0.30$$

Cuadro resumen de parámetros suelo base de fundación

N60 (golpes/pie)	21
%Pasa T200	12-27 %
LL,LP	NL, NP
$\Phi =$	30,9
$\gamma_1 = T/m^3$	1,63
E (kPa)	18200
G (kPa)	7000
ν	0,3

10 ANÁLISIS DEL SISTEMA DE CIMENTACIÓN

Las zapatas son cimientos superficiales, consisten en un elemento de transición que transmite las cargas de la edificación al subsuelo. Conforman una especie de extensión inferior ensanchada de la columna con el fin de transmitir al suelo la carga en un área mayor. La capacidad de carga última bruta puede ser determinada con la siguiente ecuación:

$$q_u = c'N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Un factor de seguridad adecuado debe utilizarse para calcular la capacidad de carga admisible neta. Para cimentaciones superficiales, el factor de seguridad no debe ser inferior a 3.0 bajo carga muerta y carga viva máxima. Dichas cargas son acogidas del modelo estructural de la edificación, de acuerdo con las reacciones de las columnas para la combinación de cargas mencionada anteriormente.

Una cimentación puede fallar al momento en que los esfuerzos aplicados superan la resistencia al corte que el suelo ofrece. Sin embargo, antes de la ocurrencia de la falla de corte en el suelo, también es posible que una cimentación se someta a un asentamiento lo suficientemente grande para causar daños en la estructura y hacerla disfuncional para el fin para el que está diseñada. Los asentamientos que se pueden experimentar pueden ser por consolidación (tiempos largos) propios de suelos cohesivos y asentamientos elásticos (inmediatos) experimentados en suelos granulares. (Das, 2013)

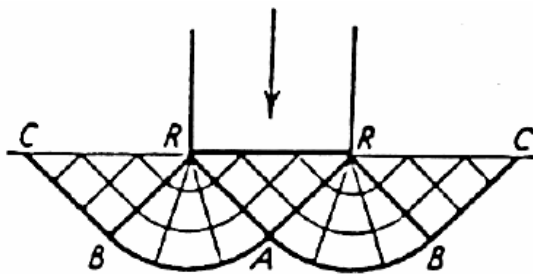


Figura 7. Comportamiento de falla por hundimiento en suelos arcillosos (Prandtl)

Coeficiente de reacción K_s : En el caso de cimentaciones del tipo zapata, se suele recurrir al modelo de Winkler o método del coeficiente de balasto. Este coeficiente K , que nos será facilitado a través del informe geotécnico, expresa una constante de proporcionalidad entre presiones y asientos para cada tipo de terreno: $P \text{ (T/m}^2\text{)} = K \times \delta \text{ (m)}$

11 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

CIMENTACIÓN EN ZAPATA – CARGA MÁXIMA DE SERVICIO = 65 TON

11.1 DATOS PARA CALCULO DE CAPACIDAD

$D_f = 1.50 \text{ m}$
 $N_{60} = 21 \text{ golpes/pie}$
 $\Phi = 30.9^\circ$
 $N.F > 6.0 \text{ m.}$
 $\gamma_1 = 1.63 \text{ T/m}^3$

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

$N_c = 32.5$
 $N_q = 21.1$
 $N_\gamma = 23.7$

FACTORES DE FORMA

$\zeta_c = 1.63$
 $\zeta_q = 1.60$
 $\zeta_\gamma = 0.60$

Aplicando la ecuación de capacidad portante, teniendo en cuenta H.4.2.3 y H.4.8 de la NSR-10, tenemos:

$\sigma_u = 55.0 \text{ Ton/m}^2$
 $\sigma_a = 18.3 \text{ Ton/m}^2$

11.2 CALCULO DE ASENTAMIENTO

Se calcula el asentamiento elástico a partir de la formulación de Meyerhof (1965):

$$\sigma_a = \frac{N * \rho}{12} \left(\frac{B + 1}{B} \right)^2 \quad B > 1.20 \text{ m}$$

Donde N es la resistencia a la penetración estándar (golpes/ft), ρ es el asentamiento (in) y B el ancho del cimiento (ft).

Para lo cual se prevé un asentamiento total de a 3.0 cm (Ok) Para zapata de BxL=2.2 x2.2 m,

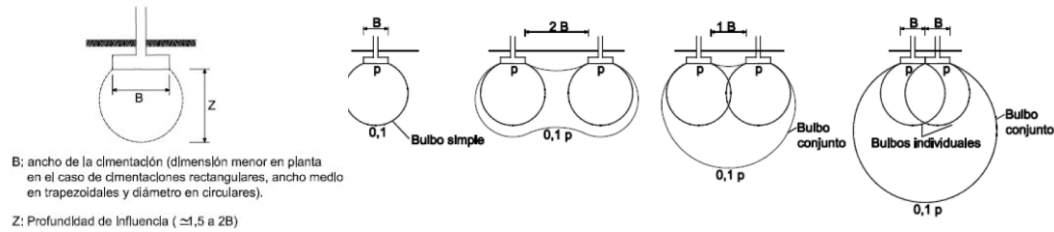
11.3 MÓDULO DE REACCIÓN DEL SUELO K_S

641 Ton/m³ (OK Para suelo Granular)

EL F.S indirecto resultante es mayor de 3.0 y cumple con H.4.7 de la NSR-10.

Debido a la proximidad de las zapatas, el bulbo de presiones puede aumentar, sin embargo no se considera una situación crítica, debido a que las cargas se consideran de baja magnitud y los

suelos en profundidad mejoran sus propiedades mecánicas (no se prevé suelos blandos a mayores profundidades), por tal motivo no se considera que pueda haber una afectación de la cimentación.

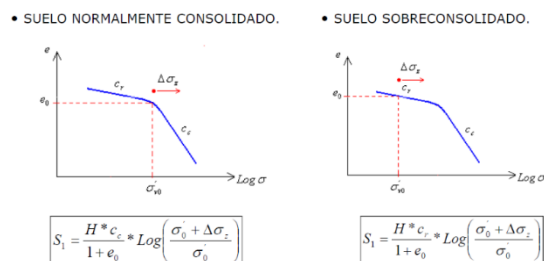


Acorde con las cargas entre tipos de columnas (indicadas en la pág 5), su distancia y la homogeneidad del suelo, se prevé que los asentamientos diferenciales estarán dentro de los rangos permitidos por norma que para este caso están cercanos a los 2.0 cm.

Tabla 5. Valores máximos de asentamientos diferenciales NSR-10

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

Para el proyecto en estudio, se hace una estimación de asentamientos totales (elásticos + consolidación), teniendo en cuenta que los asentamientos que gobiernan estos tipos de suelos son los asentamientos por consolidación, se realiza un estimado de las cargas proyectadas y determinando la deformabilidad del suelo mediante correlaciones empíricas de acuerdo a sus propiedades índice a partir de las siguientes ecuaciones:



Donde: S es el asentamiento por consolidación, H es la altura del estrato compresible, Cc y Cr son coeficientes de compresión y recompresión que resultan del ensayo de consolidación, eo es la relación de vacíos inicial obtenida del ensayo de consolidación, y los sigmas son los esfuerzos iniciales efectivos e incrementos que recibirá el suelo en estudio.

Para el proyecto en estudio, se hace una estimación de asentamientos totales (elásticos + consolidación), teniendo en cuenta que los asentamientos que gobiernan estos tipos de suelos son los asentamientos elásticos, se realiza un estimado de las cargas proyectadas y determinando la deformabilidad del suelo mediante correlaciones empíricas de acuerdo a sus propiedades índice a partir de las siguientes ecuaciones.

Los asentamientos elásticos para los suelos granulares encontrados se determinan con la siguiente formulación basada en la teoría de elasticidad:

$$S_0 = \frac{q * B * (1 - \mu^2)}{E} * i_z$$

Donde: So es el asentamiento, q la carga, B base del cimiento, u coeficiente de poisson, E módulo de elasticidad, i factor adimensional de forma.

Memorias de cálculo para capacidad portante en cimentación superficial.

Acorde con las teorías de resistencia límite del suelo, para el estrato soporte y base de fundación se utiliza la ecuación de Capacidad Portante Admisible que emplea los mecanismos de falla de Prandtl modificada con los factores de capacidad portante, tales como corrección por forma y por profundidad de desplante, establecidos por Meyerhof en 1963, afectando este valor por un F.S de 3.0.

Al tener D/B menor a 4, estamos frente a cimentación superficial con cimientos corridos, donde D = profundidad de desplante de la cimentación y B = ancho del cimiento; así la formulación propuesta dada es la siguiente:

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c + \bar{q}N_q s_q d_q + 0.5\gamma B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

En esta ecuación:

B' = ancho de la cimentación (diámetro para una cimentación circular)

c = cohesión

q = esfuerzo efectivo al nivel de desplante de la cimentación,

γ = peso específico del suelo,

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga

i, d, s = Factores de corrección por forma, profundidad e inclinación

Factores por forma:

$$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L}$$

$$s_q = s_\gamma = 1$$

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

$$N_c = (N_q - 1) \cot \varphi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \tan 1.4\varphi$$

$$K_p = \tan^2(45 + \varphi/2)$$

Para todo φ

$$\varphi > 10$$

$$\varphi = 10$$

Factores de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B}$$

$$s_q = s_\gamma = 1$$

Para todo φ

$$\varphi > 10$$

$$\varphi = 10$$

Factores de inclinación:

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90^\circ}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\varphi}\right)^2$$

$$i_\gamma = 1$$

Para todo φ

$$\varphi > 0$$

$$\theta > 0 \text{ and } \varphi = 0$$

Para el cálculo de los asentamientos inmediatos, la ecuación utilizada es la siguiente

$$\delta = qB \frac{(1-\nu^2)}{E} I_p$$

Esfuerzo actuante (Ton/m ²)	q
Ancho cimiento (m)	B
Relacion Poisson	μ
Factor de forma	I_p
Mod. Elastico Ton/m ²	E
Asentamiento probable (mm)	ρ

La recomendación de emplear cimentaciones superficiales mediante zapatas aisladas unidas mediante vigas de amarre se fundamenta en los resultados de la exploración geotécnica, los cuales evidencian la presencia predominante de depósitos granulares conformados por gravas y arenas de compacidad media a densa, con adecuada capacidad portante, baja compresibilidad y ausencia de estratos blandos o altamente deformables dentro de la profundidad de influencia de las cimentaciones.

Considerando las características del subsuelo, las cargas esperadas para las estructuras menores proyectadas y la magnitud de los asentamientos previsibles, se concluye que una cimentación superficial constituye la alternativa técnicamente adecuada y económicamente más conveniente. No se identificaron condiciones geotécnicas que justifiquen el empleo de cimentaciones profundas u otros sistemas especiales, tales como pilotes, pilas, dado que estos no representan ventajas técnicas frente a la solución propuesta, además de aumentar los costos del proyecto en mano de obra, materiales, equipos, etc.

En consecuencia, desde el punto de vista geotécnico, la alternativa de cimentación mediante zapatas aisladas amarradas cumple los requisitos de los Estados Límite de Falla y de Servicio establecidos en el Título H de la NSR-10 y constituye la solución más apropiada para las condiciones del terreno investigado y las características del proyecto.

12 EMPUJES DE TIERRA

Los empujes en las contenciones dependen de la forma en que trabajen y las posibilidades de deformación que se proyecten; al considerar deformaciones se deberá utilizar un coeficiente de empuje cercano al activo, mientras que, si se restringen lateralmente, el coeficiente se acerca al de reposo. A continuación se incluyen los coeficientes de presión de tierras.

Empujes de tierras Rankine:

Ángulo de fricción ϕ (°)	30,9
Coeficiente de presión de tierras activo K_a	0,32
Coeficiente de presión de tierras pasivo K_p	3,11
Coeficiente de presión de tierras reposo K_o	0,5

13 CARACTERIZACION DE SUBRASANTE EN PARQUEADEROS

En el presente capitulo se muestra la caracterización de suelos de subrasante incluyendo los parámetros geotécnicos más relevantes y las propiedades mecánicas de los suelos presentes a en el proyecto. Los parqueaderos se priorizan dentro del complejo.

SITUACIÓN ACTUAL

La zona en estudio no presenta una rasante definida, todo el sector se encuentra en terreno natural con una topografía plana y que no ha sufrido intervención de ingeniería.

TRABAJO DE CAMPO

Los trabajos de campo se iniciaron con la programación y planeación de las actividades acordados con el cliente, para su realización se contó con un ingeniero civil de campo, un laboratorista, operadores de equipos de laboratorio y demás personal de apoyo técnico y logístico.

Para la zona de estudio se correlacionan 1 apique manual a cielo abierto a profundidad de -2.0 m muy cercanas a la rasante existente, distribuidos en el sondeo #4 de la auscultación general del proyecto. En el sondeo se tomaron muestras representativas del suelo a medida que se iba profundizando en la exploración y se encontraban diferencias en su estratigrafía. Se realizó el ensayo de resistencia PDC con el cual se correlaciona el valor del CBR_{in-situ} para cada sector analizado.

ESTRATIGRAFIA

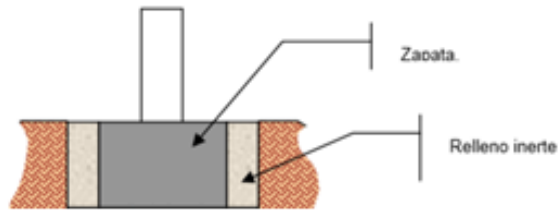
predominantes a nivel superficial corresponden a intercalaciones de gravas arenosas (GM) y arenas limosas de plasticidad baja o nula (SM), con humedades naturales inferiores a 10%, pasa Tamiz No. 200 inferiores a 35% y compacidad relativa media. Estos tipos de suelos presentan una permeabilidad alta y potencial expansivo bajo de acuerdo con los criterios de NSR-10. A nivel superficial (- 0.60 m) se detecta en algunos puntos del lote, un suelo de características arcillosas sin salirse de la matriz arenograsa predominante. No se detectó presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada en ninguno de los apiques realizados.

El resultado de los ensayos CBR/PDC para diseño se prevén en 3.7%, por lo que es recomendable realizar un mejoramiento de suelos con terraplén selecto los cuales deberán ser tenidos en cuenta para el diseño del parqueadero. Se anexa resultados de laboratorio.

El CBR de diseño de pavimento para un percentil del 100% es de 3.7%.

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda para el proyecto tener en cuenta los siguientes aspectos:
 - Red de drenajes que impida la llegada de agua a la cimentación lo cual alterará las propiedades de resistencia mecánica del suelo base de fundación.
 - Diseño urbanístico exterior dispuesto en forma perimetral con pendientes hacia afuera, cunetas exteriores y andenes amplios.
 - Las zonas verdes o similares deberán disponer de un sistema adecuado de drenaje que impida cambios de humedad en el subsuelo.
 - Levantar los niveles topográficos del proyecto con el fin de evitar que las aguas de escorrentía se acumulen.
- ❖ El estrato de arenas y gravas limosas, de plasticidad baja o nula y una compacidad relativa media presente en el subsuelo a partir del nivel -1.50 m aprox., prevé un comportamiento adecuado de la cimentación en zapata, siguiendo las recomendaciones dadas en este informe.
- ❖ Para un sistema estructural aporticado, se recomienda una cimentación en zapatas cuadradas, amarradas, en concreto reforzado, cimentada a un nivel de -1.5 m a partir del terreno existente. Se recomienda una altura de zapata no menor a $H=0.40$ m. Sus dimensiones deben ser el resultado de la evaluación de las cargas de servicio que llegan al subsuelo, la capacidad portante de éste, la cual se fija en $\sigma_a = 18.1 \text{ Ton/m}^2$ (1.8 kg/cm^2) y Coeficiente de reacción $K_s = 641 \text{ Ton/m}^3$.



- ❖ Se recomienda un nivel de cimentación a profundidad de -1.50 m por geotécnica, lo anterior deberá ser validado con el análisis de estabilidad estructural de la edificación.
- ❖ Al encontrarnos frente a suelos grueso granulares y cargas dinámicas, se realizó el análisis de licuación, cuyo resultado arrojó que la probabilidad de ocurrencia de licuación se considera baja, sin embargo es importante seguir las recomendaciones constructivas dadas en este informe.
- ❖ Desde el punto de vista hidráulico, los suelos base de fundación son permeables y no presentan inconvenientes con el nivel freático el cual se localiza a una profundidad mayor de

6.0 m. Para rellenos en el proyecto, se recomienda utilizar un material granular tipo terraplén, controlado su compactación al 95% del proctor modificado, en capas no mayores de 20 cm y que cumpla además con las siguientes especificaciones técnicas adicionales:

Tamaño máximo: <2"	CBR de laboratorio:	> 10%
% pasa tamiz No 200: <25%	LL e IP :	<30, < 10

- ❖ Los asentamientos totales (elásticos + consolidación) se encuentran cercanos a 3.0 cm. Sin embargo se deberán chequear durante y después de la obra civil con el fin de o tener inconvenientes con los acabados y/o obras falsas.
- ❖ Para la zona de cancha, se recomienda cortar 0.25 m del suelo existente y remplazarlo por un material que cumpla las especificaciones técnicas como relleno selecto, conformándolo y compactándolo con equipo autopropulsado en capas no mayores de 0.25 m con una densidad mayor al 95% del proctor modificado. La cancha debe compactarse desde su fundación debido a las propiedades plásticas a nivel superficial. Se recomienda aumentar los niveles del proyecto mínimo 40 cm adicionales hacia arriba. Igualmente se debe chequear la densidad del suelo base de fundación para todas las estructuras del proyecto, garantizando una densidad mayor al 95% del proctor modificado.
- ❖ Efectos sísmicos locales: Zona de amenaza sísmica Baja; Aceleración pico-efectiva = 0.10; Tipo de Perfil del suelo = D, Coeficientes $F_a = 1.6$, $F_v = 2.4$, Coeficiente de importancia = Grupo II. Estructuras de ocupaciones especial, Valor coeficiente de importancia $I = 1.10$.
- ❖ El nivel freático NO se localizó hasta la profundidad explorada. Por lo anterior no se prevén inconvenientes por este aspecto durante la excavación de la cimentación.
- ❖ Se recomienda que el material sobrante de excavación no sea acopiado en las proximidades de la misma, con el fin de no causar sobreesfuerzos en estas áreas que puedan generar deslizamientos o movimientos del talud. No se recomienda proyectar zonas de acopio de materiales cerca a las excavaciones ni reutilizar este material para fines de ingeniería.
- ❖ Para la excavación de la cimentación, cuya profundidad es menor a 1.5 m, se recomienda un corte con maquinaria, dejando un talud adecuado que abarque el mayor espacio disponible sin afectar zonas aledañas, se recomienda una pendiente 0.10:1 (h:v) en condición seca o cero lluvias.

En caso de lluvias durante la excavación, se recomienda instalar una protección perimetral y/o señalizar el borde superior de la excavación, así como instalar señales que indiquen el riesgo de caída en toda la excavación abierta en los sectores de tránsito peatonal. No acumular el material proveniente de las excavaciones sobre el borde de los taludes que no hayan sido previamente definidos como estables y con posibilidad de recibir alguna sobrecarga, así como mantener elementos de contención en los bordes de las excavaciones cuando exista riesgo de caída de materiales.

También se recomienda planificar y señalizar las zonas de circulación de maquinaria y de descarga de materiales, instalar una entrada a la obra diferente para maquinaria y personal, usar siempre un señalista en operaciones de carga, descarga o maniobra en los que no se disponga de visibilidad completa por parte del maquinista, dejar una separación suficiente entre los trabajos de maquinaria y personal y no simultanear trabajos de maquinaria con trabajos manuales.

El supervisor a cargo de la excavación deberá efectuar una revisión diaria del borde superior de una excavación cuando ésta no cuente con entibaciones, con el fin de advertir la posible aparición de grietas que pueden indicar alguna posible falla del terreno. Se deben inspeccionar las excavaciones y entibaciones después de una tormenta, un sismo u otro suceso que ponga en peligro los trabajos, y deben aumentarse las protecciones y defensas si fuera necesario. Después de un tiempo prolongado de paralización de la obra, el personal especializado deberá revisar las excavaciones y entibaciones antes de reanudar los trabajos. Es conveniente, además, realizar periódicamente inspecciones y seguimientos a los parámetros de las excavaciones, humedad, desprendimientos y bordes, inspecciones que deberán ser debidamente documentadas y archivadas.

- ❖ Se requiere de un control topográfico permanente durante la construcción con el fin de realizar un seguimiento continuo y en tiempo real al comportamiento ante cargas y deformaciones.
- ❖ En la etapa constructiva, se recomienda no tener expuestas en forma prolongada las excavaciones; estas deben realizarse en el menor tiempo posible. Las épocas de invierno no son recomendables para acometer este tipo de trabajos. Se debe garantizar que en las tuberías y redes subterráneas no se produzcan fugas que puedan alterar el estado de humedad del subsuelo.
- ❖ Se recomienda implementar un diseño de drenaje antes, durante y después de la construcción de la estructura con el fin de minimizar los efectos de las aguas de escorrentías sobre el suelo base de fundación. Se debe evitar que dichas aguas lleguen a alterar las propiedades de resistencia geomecánica del suelo.

Se recomienda instalar un sistema de drenaje (francés o de grava y geotextil) alrededor de la cimentación, lo cual ayudará a reducir los niveles de agua en el área y evitará que posibles aguas lluvias desestabilicen la cimentación. Este drenaje debe estar conectado a un sistema de recolección o descarga para alejar el agua de la estructura.

- ❖ Se recomienda llevar un estricto control de calidad en la etapa constructiva con el fin de garantizar la calidad de los materiales y el cumplimiento de las recomendaciones hechas en este informe.
- ❖ Las conclusiones y recomendaciones consignadas en el presente informe se basan en los cálculos y análisis realizados con base en la información de los resultados de las

exploraciones de campo ejecutadas y resultados de laboratorio disponibles. En caso de encontrar condiciones diferentes a las establecidas en el presente informe o si se prevé un cambio sustancial de la construcción o un aumento de cargas debe informarse para emitir las respectivas recomendaciones geotécnicas.

William Fuentes

ING. WILLIAM FUENTES LACOUTURE

M.P. 25202150640CND

Profesión: INGENIERO CIVIL

C.C. No. 80873097 de Valledupar

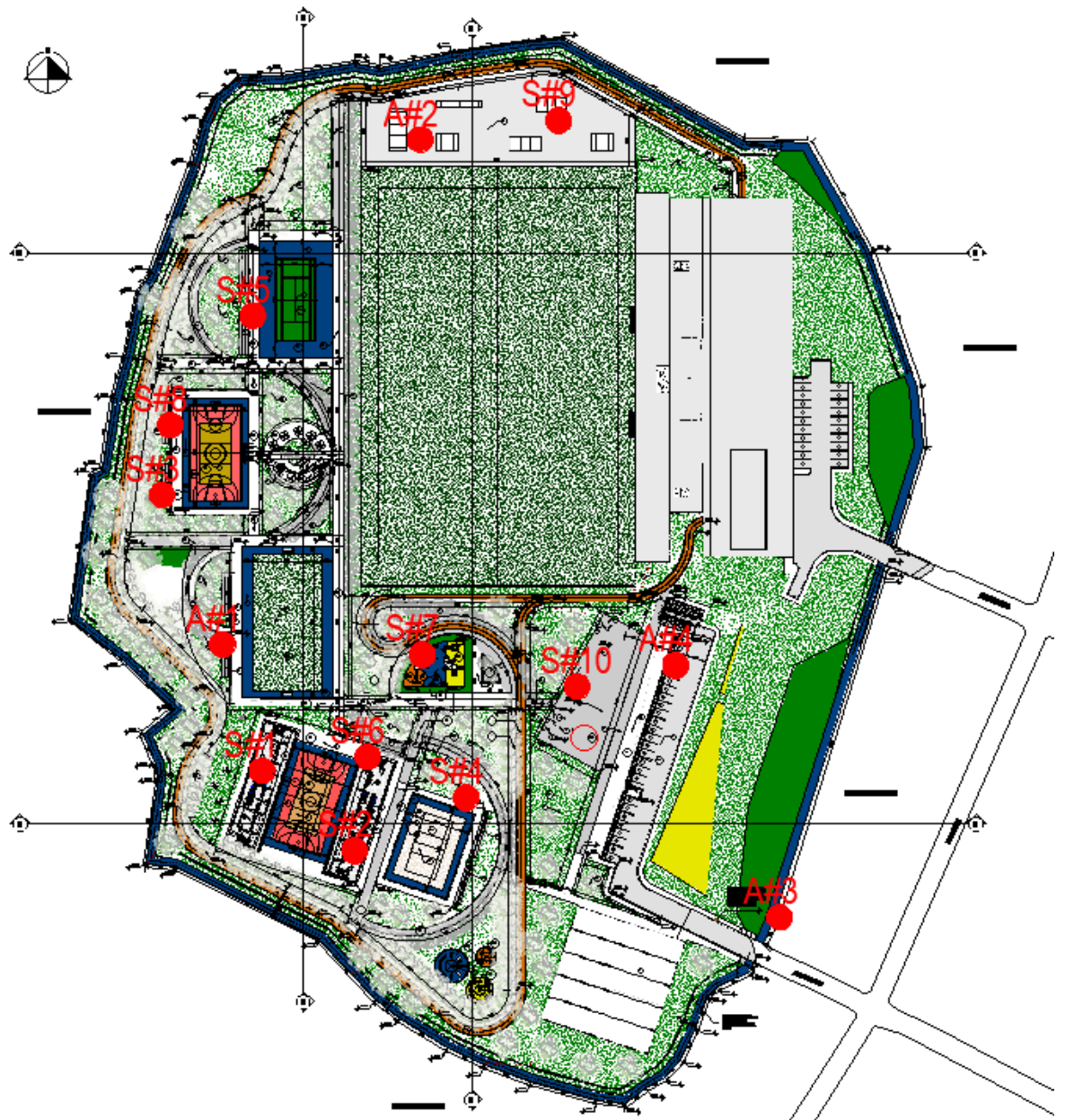
BIBLIOGRAFÍA

- Reglamento colombiano Sismoresistente NSR-10/NSR-20
- Geotecnia y Cimientos – Jimenez Salas (2011)
- Ingeniería de Fundaciones – Delgado Vargas (2014)
- Fundamentos de ingeniería Geotécnica – Braja Das (2013)
- Ingeniería de Pavimentos– Alfonso Montejo (2018)

REGISTRO FOTOGRÁFICO



CONSTRUCCION DE UNIDAD DEPORTIVA
SAN DIEGO, CESAR. JUL 2026





PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

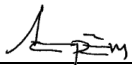
PROYECTO: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO

LOCALIZACION: SAN DIEGO CESAR
FECHA: 13/11/2025

SONDEO No. 1

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	11/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	0,60	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	CL	46,9	24,8	1	100	100	100	100	100	100	99	97	86	74
	3,00	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	2	100	80	68	60	55	52	47	40	33	27
	6,00	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	3	100	84	67	63	58	55	51	45	37	31

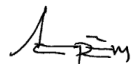

INGENIERO JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA

SONDEO No. 2

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	11/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	0,60	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CL	43,2	21,8	1	100	100	100	100	100	100	99	99	85	69
		ARENA LIMOSA CON GRAVA	SM	NL	NIP	2	100	100	95	92	88	87	81	74	43	24
	6,0	ARENA LIMOSA CON GRAVA	SM	NL	NIP	3	100	100	100	97	89	74	59	47	32	17


INGENIERO JEFE DE LABORATORIO


LABORATORISTA



SONDEO No. 4

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ		GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	2	100	100	94	84	75	65	50	41	31	19
	2,0															

SONDEO No. 5

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	11/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	0,6	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD	CL	39,8	17,4	1	100	100	100	100	100	99	98	85	74	62
	2.0	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	2	100	100	96	92	84	71	57	45	30	14

INGENIERO JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S
INGENIERIA ESPECIALIZADA EN EXPLORACIONES DE SUELOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS

FOR-EO-08
VERSION 5
ENE 19 DE 2015

PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL SUELO

PROYECTO: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO

LOCALIZACION: SAN DIEGO CESAR
FECHA: 13/11/2025

APIQUE #1

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	2.00	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	1	100	94	74	68	58	55	49	44	35	25

APIQUE #2

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	2.0	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	2	100	83	70	63	57	53	48	41	24	12

INGENIERO JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA

APIQUE #3

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	2.0	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM	NL	NIP	1	100	100	76	63	54	51	42	34	24	14

APIQUE #4

N.F	H (mt)	DESCRIPCION	USC	LL	IP	M #	GRANULOMETRIA									
							2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	4	10	40	200
NO SE ENCONTRÓ	2.0	GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA	GW-GM	NL	NIP	2	100	89	71	63	56	53	43	34	21	12

INGENIERO JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: SAN DIEGO CESAR
DESCRIPCIÓN: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

Muestra No: 1 Sd#1
Fecha: 13/11/2025
w (%): 5,0
Color: Café O.
Prof (m): 0,0 - 0,60

LIMITE LIQUIDO

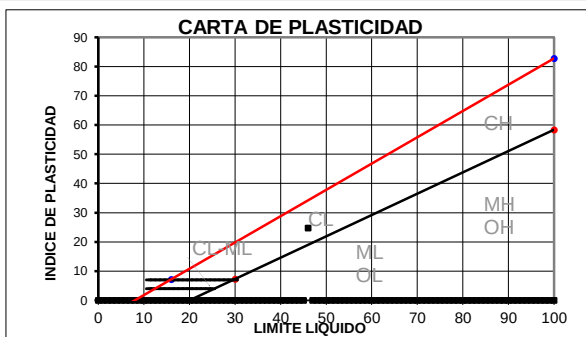
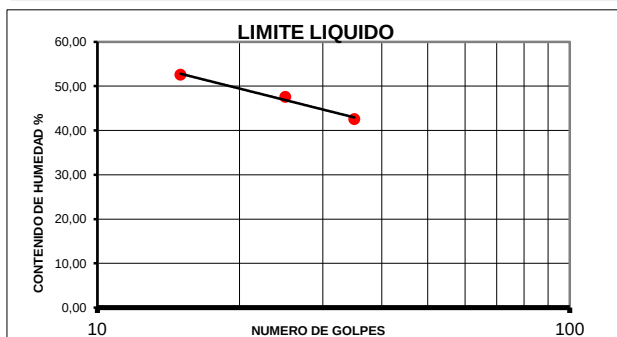
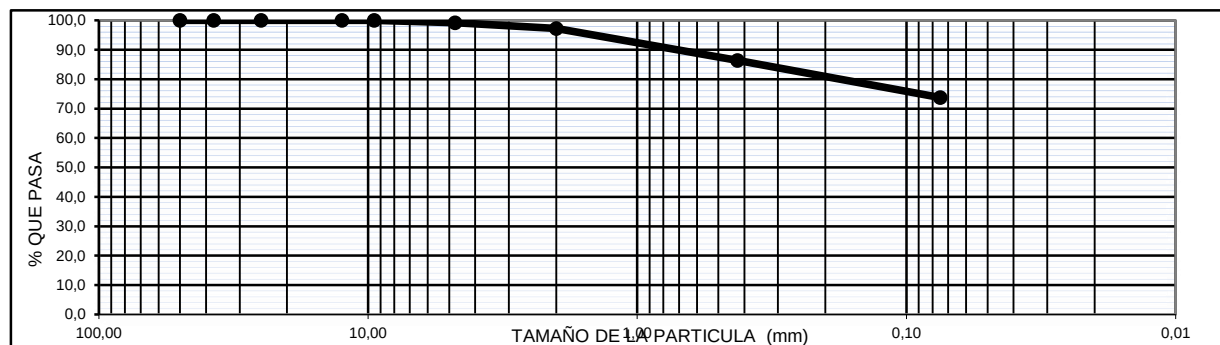
Recipiente No	28	14	35
No de Golpes	35	25	15
P1	30,55	27,80	24,91
P2	23,03	20,55	18,19
P3	5,35	5,30	5,40
% Humedad	42,53	47,54	52,54

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	11	60	58
P1	10,96	10,97	11,00
P2	10,00	10,00	10,00
P3	5,52	5,59	5,63
% Humedad	21,43	22,00	22,88

GRADACIÓN

P1 = 1517,1		P2 = 398,2	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"		0,0	100,0
No 4	11,5	0,8	99,2
No 10	30,6	2,0	97,2
No 40	164,4	10,8	86,4
No 200	191,7	12,6	73,8
P-200	1118,9	73,8	



C. UNIFORMIDAD: - C. CURVATURA: -
LIMITE LIQUIDO: 46,9 INDICE DE GRUPO: 18
LIMITE PLASTICO: 22,1 A.A.S.H.TO: A-7-6
I. PLASTICIDAD: 24,8 U.S.C.: CL

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: SAN DIEGO CESAR
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 2 Sd#1
Fecha: 13/11/2025
w (%): 5,5
Color: Café C.
Prof (m): 0,60 - 3,0

LIMITE LIQUIDO

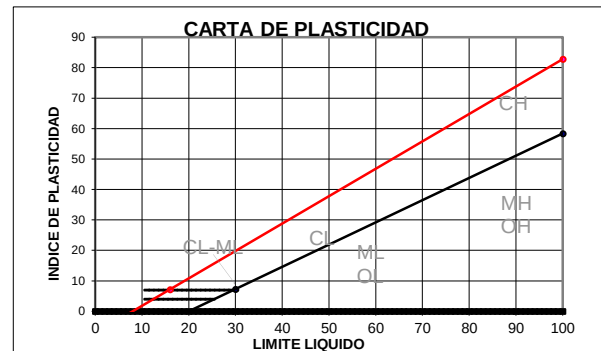
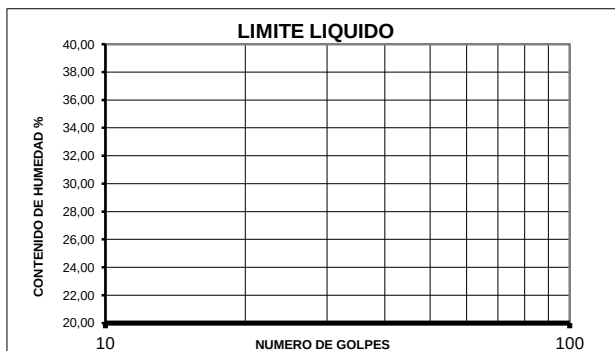
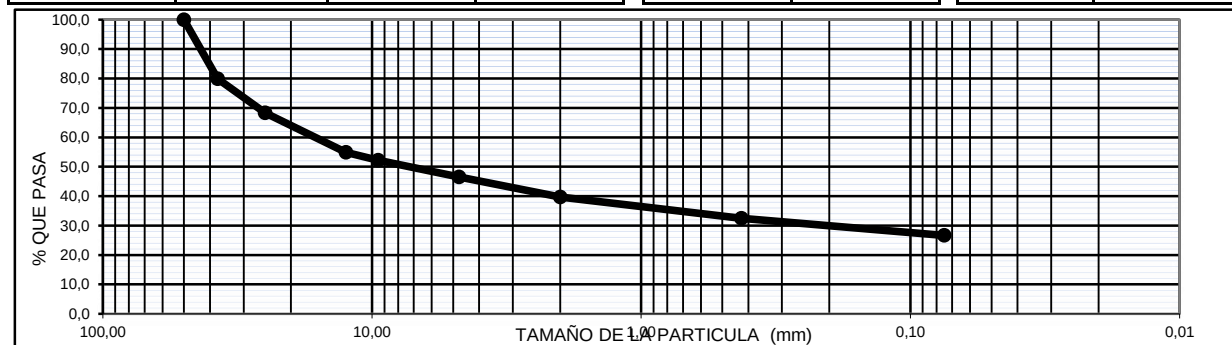
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 = 1712,3		P2 = 1255,9	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"	343,8	20,1	79,9
1"	198,6	11,6	68,3
3/4"	138,9	8,1	60,2
1/2"	91,7	5,4	54,9
3/8"	46,1	2,7	52,2
No 4	96,1	5,6	46,6
No 10	117,1	6,8	39,7
No 40	123,2	7,2	32,5
No 200	100,4	5,9	26,7
P-200	456,4	26,7	



C. UNIFORMIDAD **34373,2** C. CURVATURA **4,0**
LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**
LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-2-4**
I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **GM**

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: SAN DIEGO CESAR
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 3 Sd#1
Fecha: 13/11/2025
w (%): 4
Color: Café C.
Prof (m): 3,0 - 6,0

LIMITE LIQUIDO

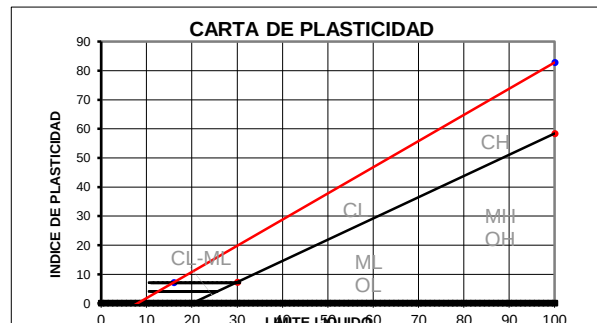
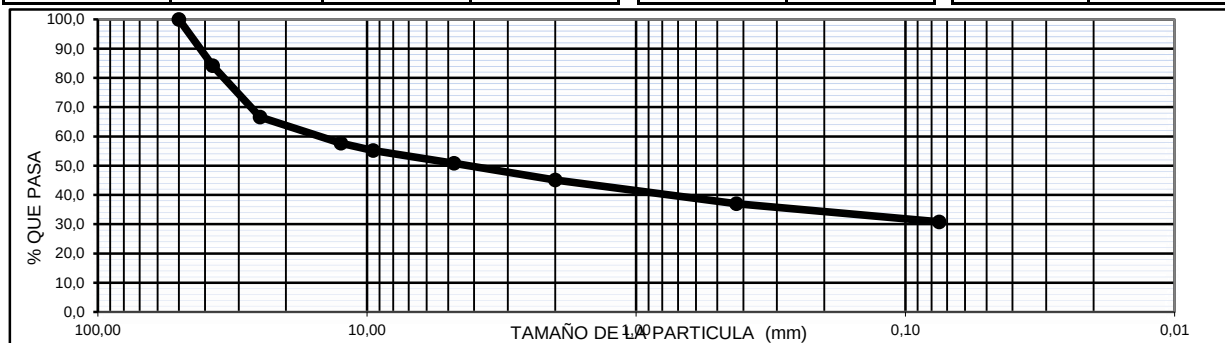
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 =	1577,8	P2 =	1091,6
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"	250,5	15,9	84,1
1"	276,8	17,5	66,6
3/4"	63,1	4,0	62,6
1/2"	78,0	4,9	57,6
3/8"	39,4	2,5	55,1
No 4	68,1	4,3	50,8
No 10	89,5	5,7	45,2
No 40	128,5	8,1	37,0
No 200	97,7	6,2	30,8
P-200	486,2	30,8	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD **69355,8** C. CURVATURA **1,1**
LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**
LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-2-4**
I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **GM**

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: SAN DIEGO CESAR
DESCRIPCIÓN: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD

Muestra No: 1 Sd#2
Fecha: 13/11/2025
w (%): 6,1
Color: Café O.
Prof (m): 0,0 - 0,60

LIMITE LIQUIDO

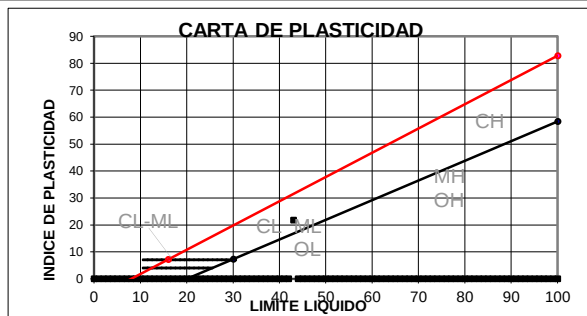
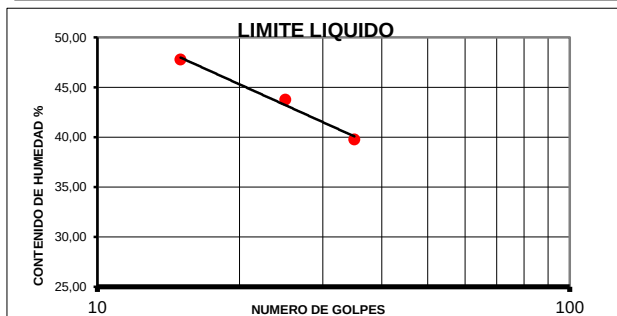
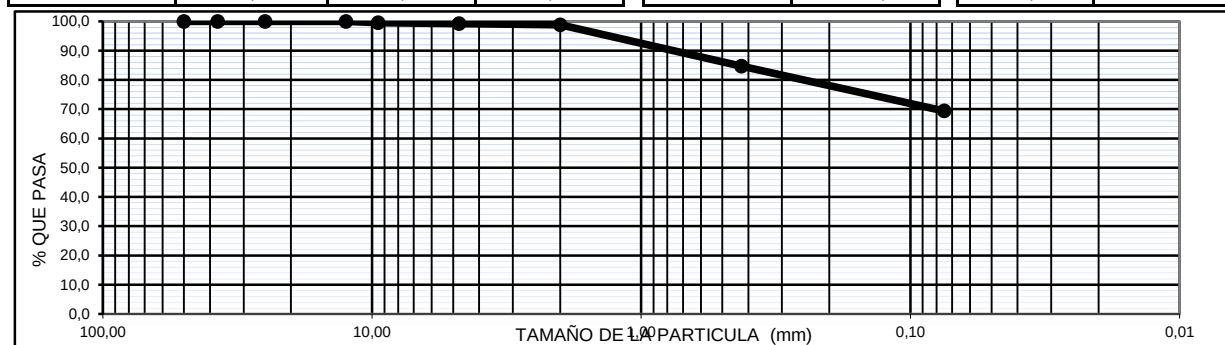
Recipiente No	22	25	5
No de Golpes	35	25	15
P1	30,15	27,30	24,51
P2	23,10	20,65	18,34
P3	5,36	5,45	5,42
% Humedad	39,74	43,75	47,76

GRADACIÓN

P1 = 1489,6		P2 = 456,1	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"		0,0	100,0
3/8"	7,1	0,5	99,5
No 4	5,0	0,3	99,7
No 10	5,9	0,4	99,6
No 40	209,5	14,1	85,9
No 200	228,6	15,3	84,7
P-200	1033,5	69,4	30,6

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	19	49	30
P1	10,94	10,99	10,98
P2	10,00	10,03	10,01
P3	5,50	5,55	5,55
% Humedad	20,89	21,43	21,75



C. UNIFORMIDAD C. CURVATURA
LIMITE LIQUIDO INDICE DE GRUPO
LIMITE PLASTICO A.A.S.H.TO
I. PLASTICIDAD U.S.C.

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: _____
DESCRIPCIÓN: ARENA LIMOSA CON GRAVA

Muestra No: 2 Sd#2
Fecha: 13/11/2025
w (%): 6,3
Color: Café C.
Prof (m): 0,60 - 3,0

LIMITE LIQUIDO

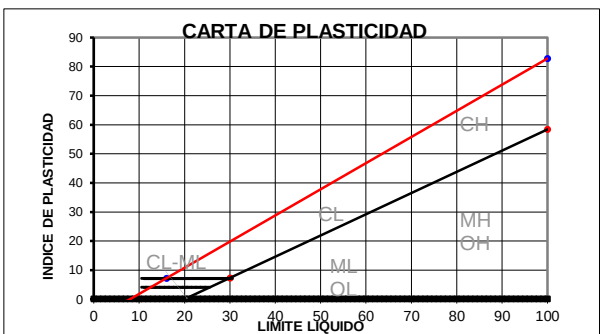
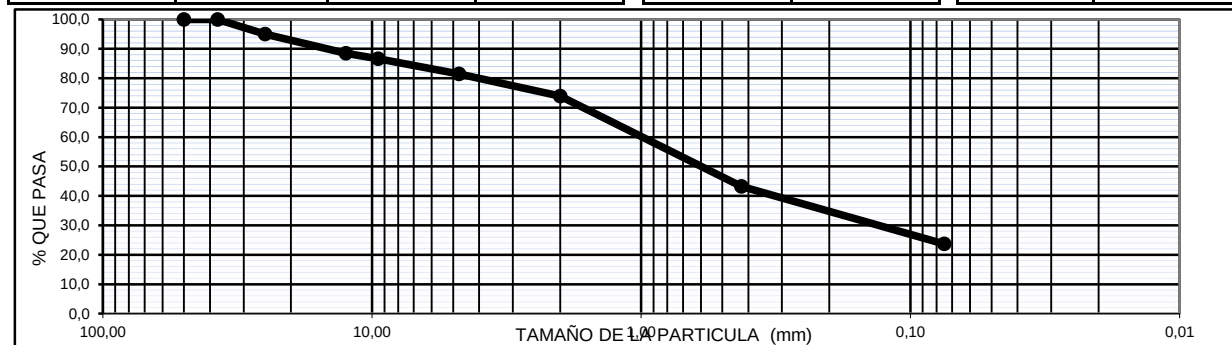
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 =	1160,2	P2 =	885,4
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"	57,9	5,0	95,0
3/4"	35,9	3,1	91,9
1/2"	40,2	3,5	88,5
3/8"	20,8	1,8	86,7
No 4	60,1	5,2	81,5
No 10	88,2	7,6	73,9
No 40	355,0	30,6	43,3
No 200	227,3	19,6	23,7
P-200	274,8	23,7	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD: **44,4** C. CURVATURA: **0,8**
LIMITE LIQUIDO: **NL** INDICE DE GRUPO: **0**
LIMITE PLASTICO: **NP** A.A.S.H.TO: **A-1-b**
I. PLASTICIDAD: **NIP** U.S.C.: **SM**

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: _____
DESCRIPCIÓN: ARENA LIMOSA CON GRAVA

Muestra No: 3 Sd#2
Fecha: 13/11/2025
w (%): 6,0
Color: Café C.
Prof (m): 3,0 - 6,0

LIMITE LIQUIDO

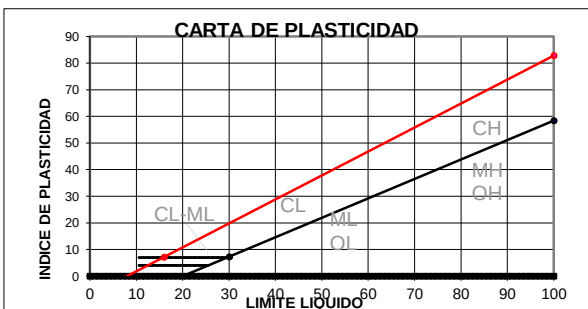
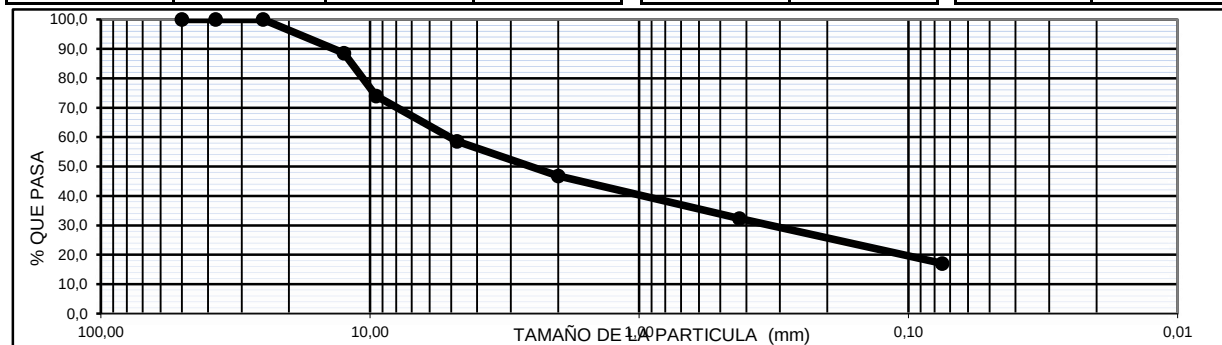
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 = 592,3		P2 = 491,1	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"	19,6	3,3	96,7
1/2"	48,4	8,2	88,5
3/8"	86,3	14,6	73,9
No 4	91,2	15,4	58,6
No 10	69,9	11,8	46,7
No 40	85,3	14,4	32,3
No 200	90,4	15,3	17,1
P-200	101,2	17,1	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD **151,3** C. CURVATURA **0,6**
LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**
LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-1-b**
I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **SM**

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: _____
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 1 Sd#4
Fecha: 13/11/2025
w (%): 8,1
Color: Café C.
Prof (m): 0,0 - 2,0

LIMITE LIQUIDO

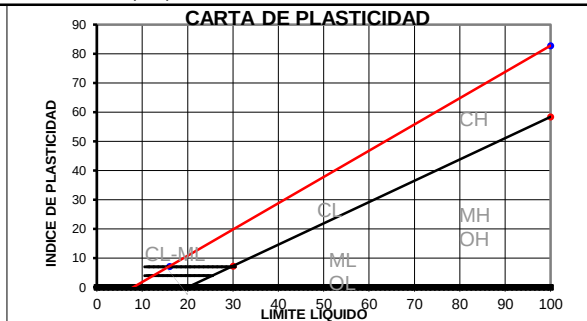
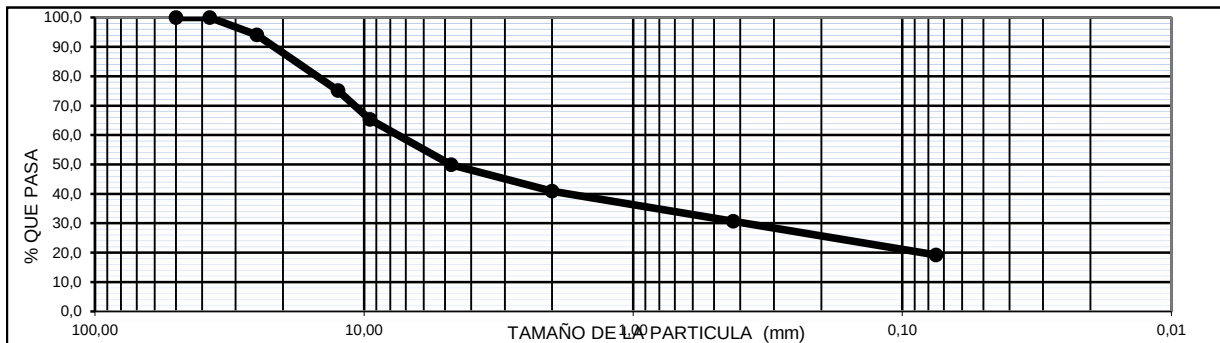
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 =	1063,2	P2 =	858,8
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"	63,2	5,9	94,1
3/4"	105,4	9,9	84,1
1/2"	96,3	9,1	75,1
3/8"	104,1	9,8	65,3
No 4	163,2	15,3	49,9
No 10	96,3	9,1	40,9
No 40	108,9	10,2	30,6
No 200	121,4	11,4	19,2
P-200	204,4	19,2	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD: **405,0** C. CURVATURA: **1,1**
LIMITE LIQUIDO: **NL** INDICE DE GRUPO: **0**
LIMITE PLASTICO: **NP** A.A.S.H.TO: **A-1-b**
I. PLASTICIDAD: **NIP** U.S.C.: **GM**

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: _____
DESCRIPCIÓN: ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD

Muestra No: 1 Sd#5
Fecha: 13/11/2025
w (%): 8,1
Color: Café C.
Prof (m): 0,0 - 0,60

LIMITE LIQUIDO

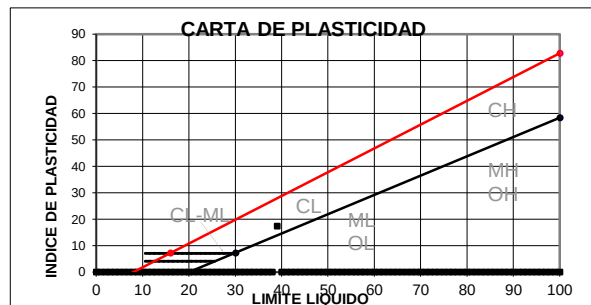
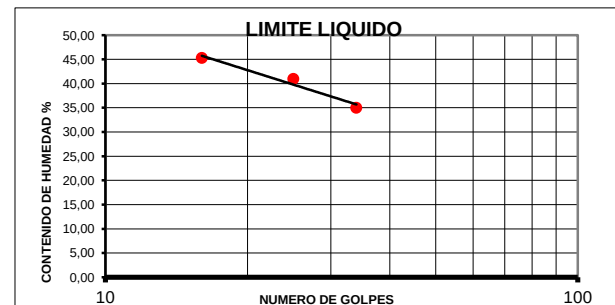
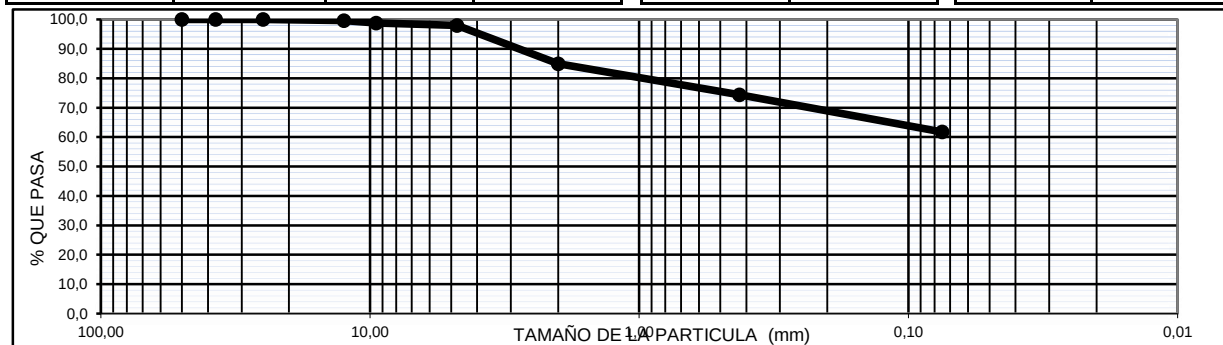
Recipiente No	1	2	3
No de Golpes	34	25	16
P1	30,58	30,11	28,63
P2	23,98	23,06	21,41
P3	5,12	5,85	5,46
% Humedad	34,99	40,96	45,27

GRADACIÓN

P1 = 1163,3		P2 = 444,9	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"		0,0	100,0
3/4"		0,0	100,0
1/2"	4,2	0,4	99,6
3/8"	9,3	0,8	98,8
No 4	9,9	0,9	98,0
No 10	152,3	13,1	84,9
No 40	122,0	10,5	74,4
No 200	147,2	12,7	61,8
P-200	718,4	61,8	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No	9	11	12
P1	11,02	11,09	11,00
P2	10,00	10,09	10,01
P3	5,52	5,56	5,59
% Humedad	22,77	22,08	22,40



C. UNIFORMIDAD C. CURVATURA

LIMITE LIQUIDO INDICE DE GRUPO

LIMITE PLASTICO A.A.S.H.TO

I. PLASTICIDAD U.S.C.

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: _____
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 2 Sd#5
Fecha: 13/11/2025
w (%): 8,4
Color: Café C.
Prof (m): 0,6 - 2,0

LIMITE LIQUIDO

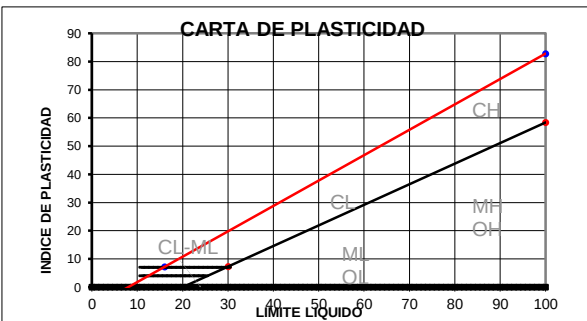
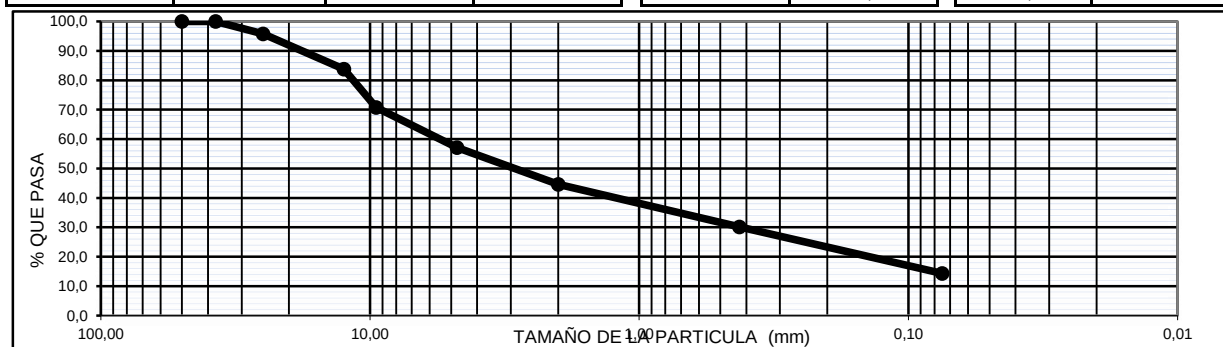
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 = 512,3		P2 = 438,8	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"	21,6	4,2	95,8
3/4"	20,0	3,9	91,9
1/2"	41,3	8,1	83,8
3/8"	66,8	13,0	70,8
No 4	70,1	13,7	57,1
No 10	63,8	12,5	44,6
No 40	74,1	14,5	30,2
No 200	81,1	15,8	14,3
P-200	73,5	14,3	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD **118,1** C. CURVATURA **0,7**

LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**

LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-1-b**

I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **GM**

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: _____
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 1 Ap#1
Fecha: 13/11/2025
w (%): 4
Color: Amarillo Café
Prof (m): 0,0 - 2,0

LIMITE LIQUIDO

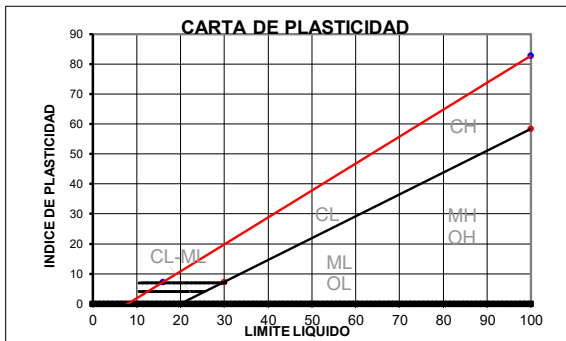
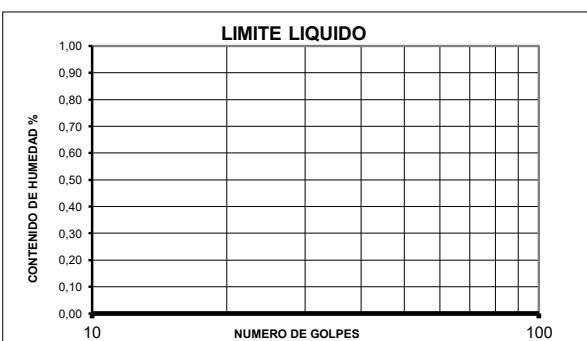
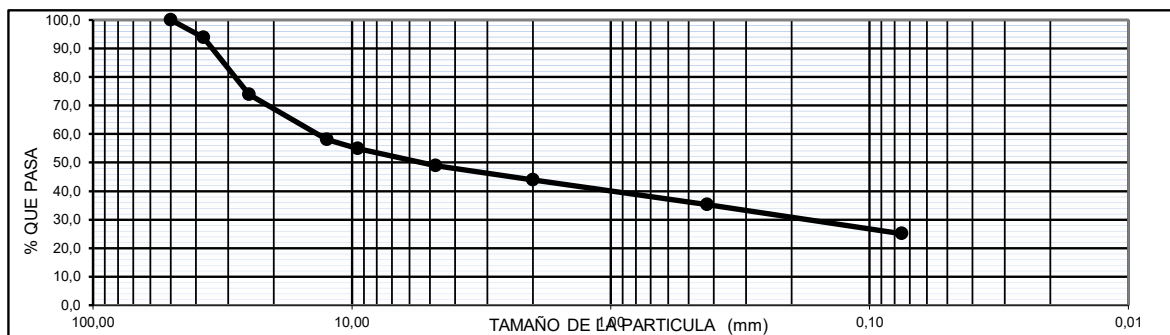
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 =	1524,0	P2 =	1142,2
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"	94,0	6,2	93,8
1"	303,2	19,9	73,9
3/4"	96,2	6,3	67,6
1/2"	146,7	9,6	58,0
3/8"	46,3	3,0	55,0
No 4	93,3	6,1	48,8
No 10	74,5	4,9	44,0
No 40	132,7	8,7	35,2
No 200	155,3	10,2	25,1
P-200	381,8	25,1	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD 2357,4 C. CURVATURA 0,4
LIMITE LIQUIDO NL INDICE DE GRUPO 0
LIMITE PLASTICO NP A.A.S.H.TO A-2-4
I. PLASTICIDAD NIP U.S.C. GM

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 1 Ap#2
Fecha: 13/11/2025
w (%): 3
Color: Amarillo Café
Prof (m): 0,0 - 2,0

LIMITE LIQUIDO

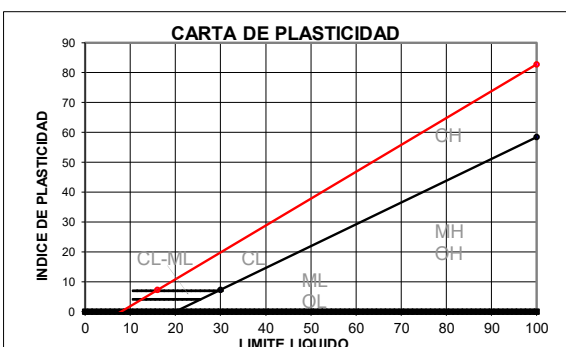
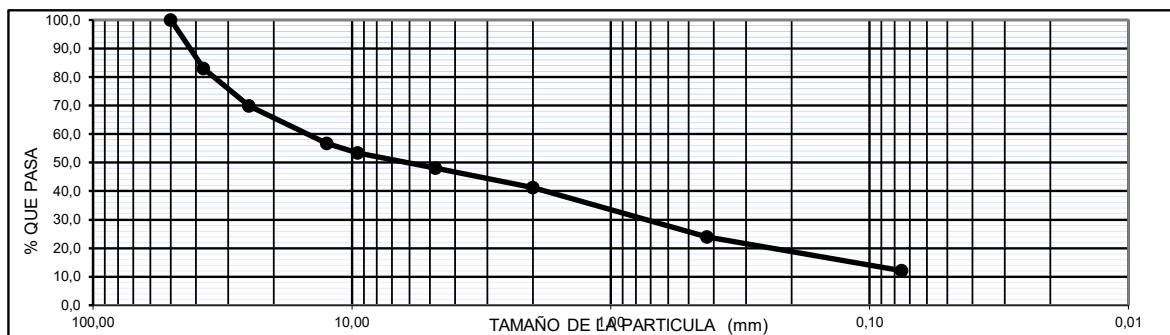
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 = 1653,3		P2 = 1453,4	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"	281,4	17,0	83,0
1"	217,2	13,1	69,8
3/4"	119,5	7,2	62,6
1/2"	97,0	5,9	56,7
3/8"	55,2	3,3	53,4
No 4	87,7	5,3	48,1
No 10	112,5	6,8	41,3
No 40	286,7	17,3	24,0
No 200	196,2	11,9	12,1
P-200	199,9	12,1	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD **285,4** C. CURVATURA **0,6**
LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**
LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-1-a**
I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **GM**

OBSERVACIONES: _____

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S

INGENIERÍA ESPECIALIZADA EN EXPLORACIONES DE SUELOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS

INF-FO-02
VERSION: 01
VIGENCIA: 27-07-2024

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR
SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO
MATERIAL:
DESCRIPCIÓN: GRAVA LIMOSA CON ARENA

Muestra No: 1 Ap#3
Fecha: 13/11/2025
w (%): 4,0
Color: Rojo
Prof (m): 0,0 - 2,0

LIMITE LIQUIDO

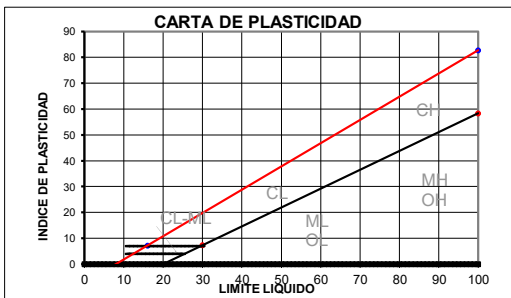
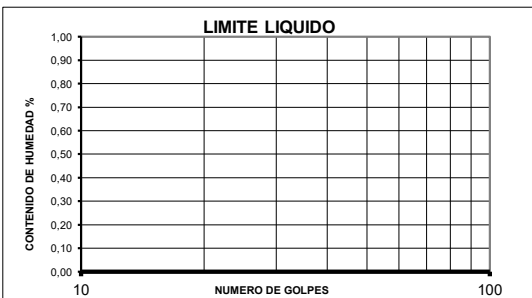
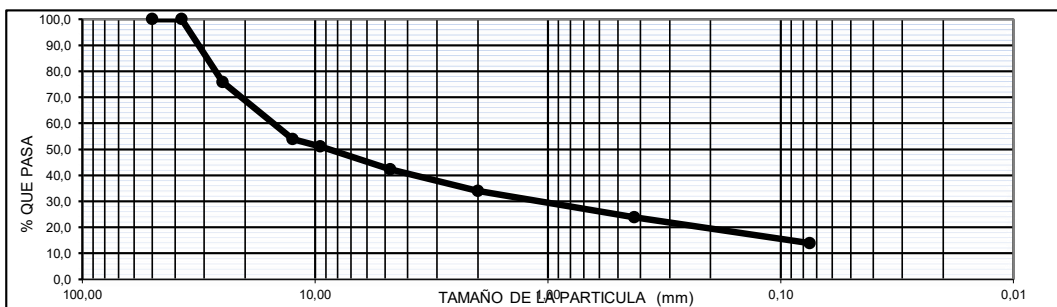
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 = 1500,0		P2 = 1291,1	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"		0,0	100,0
1"	362,7	24,2	75,8
3/4"	192,2	12,8	63,0
1/2"	137,2	9,1	53,9
3/8"	40,3	2,7	51,2
No 4	132,5	8,8	42,3
No 10	125,3	8,4	34,0
No 40	152,9	10,2	23,8
No 200	148,0	9,9	13,9
P-200	208,9	13,9	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD **440,3** C. CURVATURA **1,9**
LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**
LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-1-a**
I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **GM**

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S

INGENIERÍA ESPECIALIZADA EN EXPLORACIONES DE SUELOS Y DISEÑOS GEOTECNICOS

INF-FO-02
VERSION: 01
VIGENCIA: 27-07-2024

LIMITES DE CONSISTENCIA Y GRADACION (INV E-123, 125, 126)

OBRA: CONSTRUCCION UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO CESAR

Muestra No: 1 Ap #4

SOLICITANTE: UNIDAD DEPORTIVA SAN DIEGO

Fecha: 13/11/2025

MATERIAL:

w (%): 4,0

DESCRIPCIÓN: GRAVA BIEN GRADADA CON LIMO Y ARENA

Color: Amarillo Café

Prof (m): 0- 2,0

LIMITE LIQUIDO

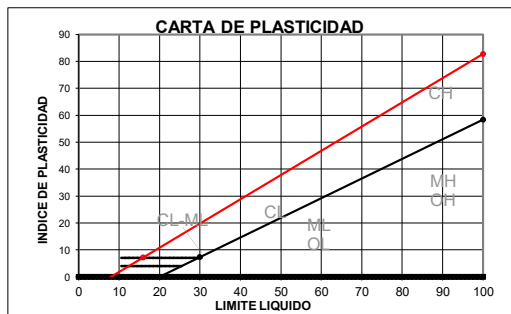
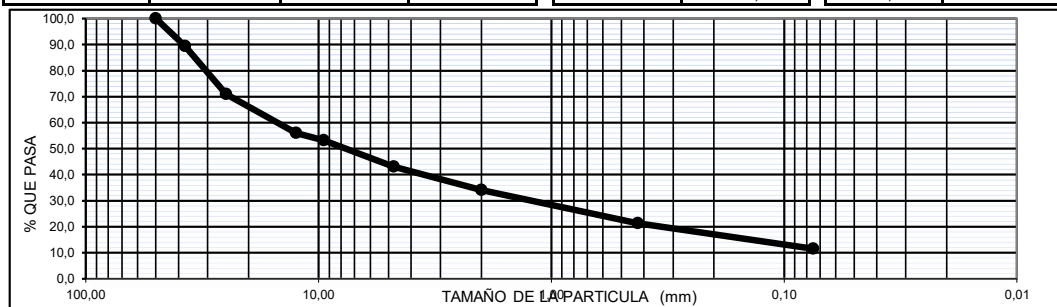
Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NL	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-

GRADACIÓN

P1 = 1601,9		P2 = 1416,7	
TAMIZ	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
2"		0,0	100,0
1.1/2"	170,2	10,6	89,4
1"	295,1	18,4	71,0
3/4"	133,0	8,3	62,7
1/2"	105,8	6,6	56,0
3/8"	46,2	2,9	53,2
No 4	161,6	10,1	43,1
No 10	143,1	8,9	34,1
No 40	205,2	12,8	21,3
No 200	156,5	9,8	11,6
P-200	185,2	11,6	

LIMITE PLASTICO

Recipiente No			
No de Golpes			
P1		NP	
P2			
P3			
% Humedad	-	-	-



C. UNIFORMIDAD **282,6** C. CURVATURA **1,6**

LIMITE LIQUIDO **NL** INDICE DE GRUPO **0**

LIMITE PLASTICO **NP** A.A.S.H.TO **A-1-a**

I. PLASTICIDAD **NIP** U.S.C. **GW-GM**

OBSERVACIONES:

ING. JEFE DE LABORATORIO

LABORATORISTA



ENSAYO DE PENETRÒMETRO DINÀMICO DE CONO - PDC (INV - 172-13)

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UNIDAD DEPORTIVA
EN EL MUNICIPIO DE SAN DIEGO, DEPARTAMENTO DEL CESAR

FECHA: DIC de 2025

SOLICITANTE: GOBERNACION DEL CESAR

OPERADOR: Gabriel Mendoza

LOCALIZACIÓN: SAN DIEGO

PESO MARTILLO (Kg): 8

MUESTRA #: M1 - APIQUE #4

PDC 1

Número de golpes	Penetración acumulada	Penetración entre lecturas	Penetración por golpes	Factor del martillo	Índice PDC	Índice PDC Capa	CBR
	mm	mm	mm		mm/golpe	mm/golpe	%
2	40			1		50,0	3,7
2	80	40	20,0	1	20,0		
2	110	30	15,0	1	15,0		
2	140	30	15,0	1	15,0		
2	180	40	20,0	1	20,0		
2	250	70	35,0	1	35,0		
2	320	70	35,0	1	35,0		
2	420	100	50,0	1	50,0		
3	510	90	45,0	1	45,0		
3	590	80	26,7	1	26,7		
3	650	60	20,0	1	20,0		
3	720	70	23,3	1	23,3		

ING. JEFE DE LABORATORIO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-35715-001 R0

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in.
Fabricante <i>Manufacturer</i>	ENDECOTTS LTD.
Modelo <i>Model</i>	Endecotts
Número de Serie <i>Serial Number</i>	7028729
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	TAM-01
Malla <i>Mesh</i>	No. 4.
Solicitante <i>Customer</i>	GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S
Dirección <i>Address</i>	DG 20B 18B 63 LOCAL 2 BRR LAS DELICIAS
Ciudad <i>City</i>	VALLEDUPAR
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2025 - 11 - 10
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2025 - 11 - 11
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado (Certificado firmado digitalmente)

Signatures Authorizing the Certificate (Digitally signed certificate)

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA**Tecg. Jaiver Arnulfo López**
Metrólogo Laboratorio de Metrología**PINZUAR®**
LABORATORIO DE METROLOGÍA**Ing. Juan David Castro**
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente.

LM-PC-12-F-01 R15.1

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 4.
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 y 6.2 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al tamiz en referencia se le efectuó una inspección visual que evidenció defectos en el marco que no comprometen el estado de la malla, la cual no presenta ninguna condición que impida la realización de mediciones. En general, el tamiz se encuentra en buen estado y, por ende, se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1.
Resultados de la calibración de la malla.

Abertura Nominal	4,75 mm	No. Aberturas Medidas	30
Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	4,75 mm ± 0,135 mm	4,791 mm	32 µm
Abertura Máxima X	5,123 mm	4,930 mm	2,07
Desviación Estándar Máxima	0,118 mm	0,079 mm	

Tabla 2.
Resultado de la medición del diámetro del alambre

Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	1,600 mm		
Diámetro Máximo	1,900 mm	1,464 mm	18 µm
Diámetro Mínimo	1,300 mm		2,04

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	20,0 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	20,0 °C	Humedad Mínima:	53 %

L-35715-001 R0

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
Pie de rey	Mitutoyo	L-34215-001 de Pinzuar	2025-04-14

OBSERVACIONES

- Se usa la coma como separador decimal.
- Se adjunta etiqueta de calibración No. **L-35715-001**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R15.1

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-35715-002 R0

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8 in. PARA LAVADO
Fabricante <i>Manufacturer</i>	SOLUCINES VAL E INGENIERIA
Modelo <i>Model</i>	No aplica
Número de Serie <i>Serial Number</i>	No reporta
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	TAM-02
Malla <i>Mesh</i>	No. 200
Solicitante <i>Customer</i>	GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S
Dirección <i>Address</i>	DG 20B 18B 63 LOCAL 2 BRR LAS DELICIAS
Ciudad <i>City</i>	VALLEDUPAR
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2025 - 11 - 10
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2025 - 11 - 11
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado (Certificado firmado digitalmente)

Signatures Authorizing the Certificate (Digitally signed certificate)

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA**Tecg. Jaiver Arnulfo López**
Metrólogo Laboratorio de Metrología**PINZUAR®**
LABORATORIO DE METROLOGÍA**Ing. Juan David Castro**
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Certificado firmado digitalmente.

LM-PC-12-F-01 R15.1

DATOS TÉCNICOS

Designación	No. 200
Material malla	Acero
Material Marco	Acero
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E11-22 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves. Numeral 6.1 y 6.2 A1 Annex. Procedure for Inspecting Sieve Cloth And Test Sieves.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al tamiz en referencia se le efectuó una inspección visual que evidenció defectos en el marco que no comprometen el estado de la malla, la cual no presenta ninguna condición que impida la realización de mediciones. En general, el tamiz se encuentra en buen estado y, por ende, se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Tabla 1.
Resultados de la calibración de la malla.

Abertura Nominal	75 µm	No. Aberturas Medidas	250
Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Abertura Promedio Y	75 µm ± 3,733 µm	75,6 µm	1,1 µm
Abertura Máxima X	100,886 µm	81,0 µm	2,00
Desviación Estándar Máxima	8,04 µm	2,4 µm	

Tabla 2.
Resultado de la medición del diámetro del alambre

Valor Nominal ¹	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k _{p=95,45 %}
Diámetro del Alambre	0,050 mm		
Diámetro Máximo	0,058 mm	50,1 µm	1,1 µm
Diámetro Mínimo	0,043 mm		2,00

¹ Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	20,0 °C	Humedad Máxima:	58 %
Temperatura Mínima:	19,6 °C	Humedad Mínima:	55 %

L-35715-002 R0

Page / Pág. 3 de 3

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados reportados en este certificado se obtuvieron utilizando patrones trazables al SI a través de institutos nacionales de metrología y/o laboratorios acreditados y son parte de un programa de aseguramiento metrológico que garantiza la exactitud e incertidumbres requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan a continuación se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



Equipo	Fabricante	Certificado de Calibración	Fecha de Calibración
Reglilla Micrometrica	MOTIC	LDI251981 de CIDESI	2025-08-08

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta etiqueta de calibración No. **L-35715-002**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R15.1



ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-010



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration:

F-040 Magnitud Masa V. 14

Número: **B250490**

Number:

Sticker: 14684

INSTRUMENTO: Instrument	INSTRUMENTO DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO	
FABRICANTE: Manufacturer	TRÚMAX	
MODELO: Model	MIX - A	
NÚMERO DE SERIE: Serial Number	YS212417	CÓDIGO INTERNO: BAL-02 Internal code
RANGO DE MEDICIÓN: Measuring range	0 g a 300 g	
SOLICITANTE: Customer	GEOEXPLORACIONES Y DISEÑOS S.A.S.	
DIRECCIÓN: Address	Diagonal 20 B # 18 B- 63, Lc 2, Brr Las Delicias	
CIUDAD: City	Valledupar	
SITIO DE CALIBRACIÓN: Calibration site	Instalaciones del cliente	
UBICACIÓN DEL INSTRUMENTO: Instrument location	Laboratorio	
FECHA DE CALIBRACIÓN: Calibration of date	2025-02-24	

Número de páginas del certificado incluyendo anexos: Cuatro (4)

Number of pages of this certificate and documents Attached

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren solamente a los items calibrados, al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

El presente Certificado no puede ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita por parte de COLMETRO S.A.S

The results of this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. The issuing Laboratory assumes noresponsibility for damaged ensuing of mis use of the calibrated instruments. This certificate may not be reprodedced partially without the written approval of COLMETRO S.A.S

FIRMAS AUTORIZADAS:

Authorized signatures



Autorizado por - Authorized by

Fecha de emisión - Date issue

METODO DE MEDICIÓN: Pesaje directo: procedimiento interno basado en la guía para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático. SIM MWG7/cg-01/v 00 2009 (Numerales 4.4, 5.1, 5.2, 5.3, 6.2)

Method of measurement

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA MEDICIÓN

	Temperatura del aire (°C)	Humedad relativa del aire (%hr)	Presión atmosférica (hPa)
Mínima	31.3	50.7	987.9
Máxima	31.4	50.8	988.0
Promedio	31.4	50.8	987.9

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

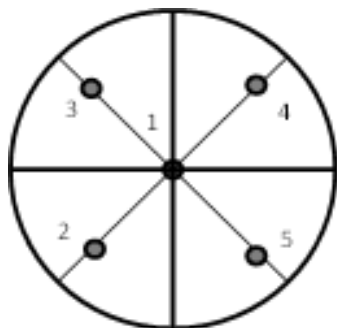
Carga máxima (Max ₁):	300 g	Carga mínima (min ₁):	0.2 g	División de escala (d ₁):	0.01 g
Carga máxima (Max ₂):	N/A	Carga mínima (min ₂):	N/A	División de escala (d ₂):	N/A

1. Prueba de excentricidad.

Carga	100	g
-------	-----	---

Nº	Indicación	Error
1	100.01	0.01
2	100.00	0.00
3	100.00	0.00
4	100.00	0.00
5	100.00	0.00
$ \Delta I_{\text{ecc}} _{\text{Max}}$		0.01

Tipo de Plato
Circular


2. Prueba de repetibilidad.

Carga	150	g
-------	-----	---

Nº	Indicación	Error
1	150.00	0.00
2	150.00	0.00
3	150.00	0.00
4	150.01	0.01
5	150.00	0.00
6	150.01	0.01
7	150.00	0.00
8	150.00	0.00
9	150.00	0.00
10	150.00	0.00

Desviación Estándar
0.004

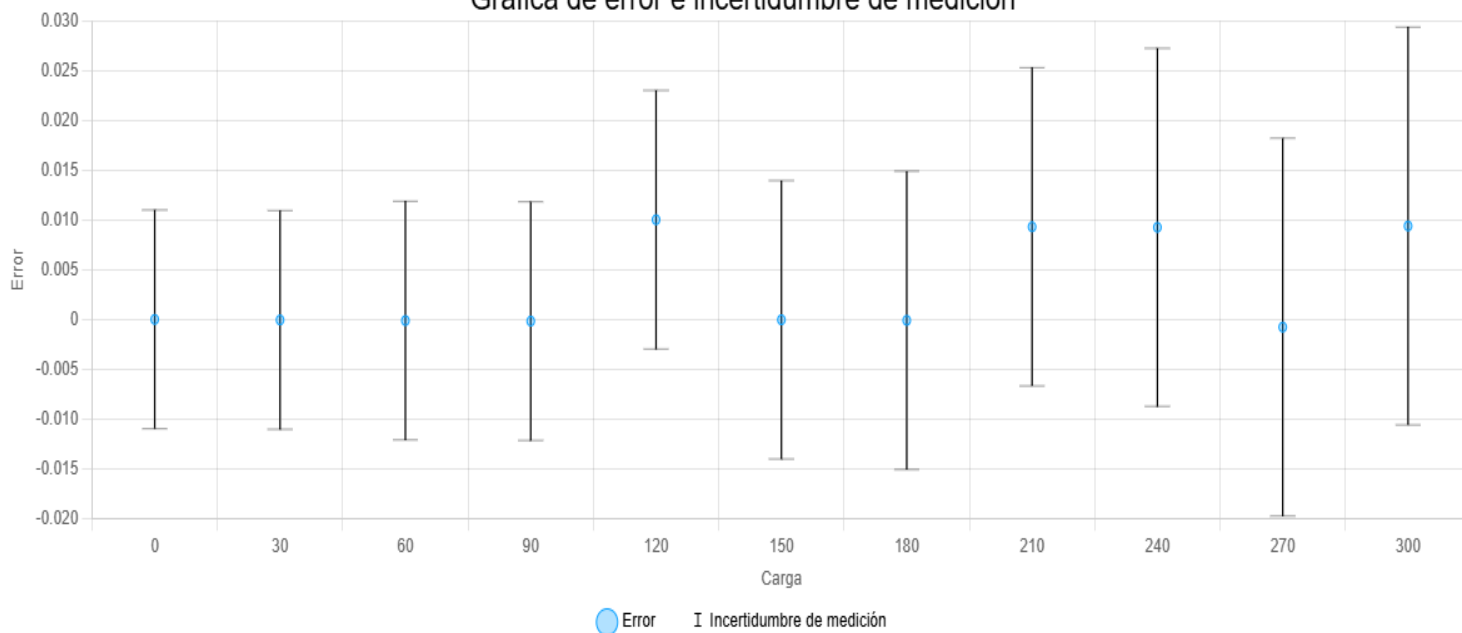
3. Prueba de errores de indicación.

Valor Nominal de Carga	Patrón de calibración	Indicación	Error	Incertidumbre	k	Indicacion antes de ajuste (g)
g	g	g	g	g		
0	0.000	0.00	0.000	--	2	N/A
30	30.000	30.00	0.000	0.011	2	N/A
60	60.000	60.00	0.000	0.012	2	N/A
90	90.000	90.00	0.000	0.012	2	N/A
120	120.000	120.01	0.010	0.013	2	N/A
150	150.000	150.00	0.000	0.014	2	N/A
180	180.000	180.00	0.000	0.015	2	N/A
210	210.001	210.01	0.009	0.016	2	N/A
240	240.001	240.01	0.009	0.018	2	N/A
270	270.001	270.00	-0.001	0.019	2	N/A
300	300.001	300.01	0.009	0.020	2	N/A

Aplicación de cargas: Aumento por pasos con descarga entre los mismos

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Gráfica de error e incertidumbre de medición



Cargas (g); Error (g); Incertidumbre (g)



ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-010



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration:

F-040 Magnitud Masa V. 14

Número: **B250490**

Number:

Sticker: 14684

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

El laboratorio de COLMETRO S.A.S asegura la trazabilidad de sus mediciones al Sistema Internacional de Unidades (SI), por medio de laboratorios acreditados, según recomienda ILAC.

Equipo	Serie	Intervalo de medida	Certificado
Set de pesas	011016-1	1 g a 5 kg	<u>M231235 de COLMETRO</u>
Barotermohigrómetro	2101467	-30 °C a 70 °C 0.1 %hr a 99.9 %hr 600 hPa a 1100 hPa	<u>LTA230240 de COLMETRO S.A.S.</u> <u>LH230234 de COLMETRO S.A.S.</u> <u>PR-2226-23 de VALMET L&M</u>

OBSERVACIONES

1. Certificado sin firma digital no tiene validez.
2. La ecuación del mensurando ($y \pm U$), hace referencia al resultado de la medición donde "y" es el error o la corrección y "U" es la incertidumbre expandida.
3. El usuario es responsable de la calibración de sus instrumentos a intervalos apropiados.
4. COLMETRO S.A.S no se hace responsable de la información que suministre el cliente y pueda afectar la validez de los resultados.
5. Para la presentación de valores el laboratorio emplea el espacio () como separador de mil y el punto (.) como separador decimal.
6. Si el instrumento es reubicado, deberá ser repetida la calibración en el sitio.
7. Mantener el instrumento de pesaje nivelado, antes, durante y después de su uso.
8. Los errores reportados son calculados con la corrección por la indicación residual de cero y la masa convencional de los patrones utilizados en las pruebas de los numerales 1, 2 y 3. del presente certificado de calibración. (GUIA SIM MWG7/cg-01/v 0.00. Numeral 4.4.1).
9. Los resultados obtenidos en el ejercicio de la calibración pueden ser afectados como lo indica el numeral 4.1.2 de la GUIA SIM.
10. Contacto: Yazmina Alfaro Cujia Email: administrativo@geoexplolab.com.

**** FIN DEL CERTIFICADO ****