PABLO CASTILLA NEGRETE

Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EN EL CORREGIMIENTO SAN ANTERITO DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA .



I.C. PABLO CASTILLA NEGRETE.

Especialista en Mecánica de suelos y cimentaciones

Especialista en ingeniería ambiental

Especialista en prevención, atención y reducción de desastres

Especialista en gerencia para ingenieros

magíster en gestión del riesgo y desarrollo

MONTERÍA - 2024

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN. 8
2. INFORMACIÓN GENERAL. 11
2.1. Generalidades del proyecto. 11
2.2. Geología. 13
2.3. Geomorfología. 15
2.4. Geoestructura y ambiente Morfométrico. 16
2.5. Clima. 17
2.6. Vegetación. 21
2.7. Sismicidad. 22
2.7.1. Perfil de suelo. 23
3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. 23
3.1. Exploración de campo. 23
3.1.1. Localización de los sondeos. 24
3.1.2. Metodología de exploración. 24
3.1.3. Ensayos de laboratorio. 25
3.1.4. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración. 25
3.2. Caracterización del subsuelo. 26
3.2.1. Descripción de sondeos. 26
4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS 29
4.1. Determinación del peso unitario (γ) de suelos de grano fino. 29
4.2 Estandarización del número de penetración estándar. 29
4.3. Obtención de los parámetros de resistencia al corte de los estratos. 30
4.4. Evaluación de las características especiales de los suelos. 32
4.4.1. Potencial de expansión. 32
4.3.2. Potencial de licuación. 34
4.3.3. Potencial de colapso. 34
5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. 35

5.1. Condición del subsuelo. 35
5.2. Rellenos y mejoramientos. 35
5.2.1. Material seleccionado. 35
6. CIMENTACIÓN. 36
6.1. Consideraciones para el diseño. 37
6.1.1. Mejoramiento. 37
6.2. Cimentación para juegos infantiles y gimnasio biosaludable. 37
6.2.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo. 37
6.2.2. Profundidad de apoyo. 38
6.2.3. Capacidad de carga. 38
6.2.4. Asentamientos. 39
6.3. Cimentación cancha polideportiva. 42
6.3.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo. 42
6.3.2. Profundidad de apoyo. 43
6.3.3. Juntas de contracción. 43
6.3.4. Junta de expansión. 44
6.3.5. Sello de las juntas. 45
6.3.6. Capacidad de carga. 45
6.3.7. Asentamientos. 45
6.4. Cimentación para el cerramiento. 46
6.4.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo. 46
6.4.2. Capacidad de carga. 47
6.4.3. Asentamientos. 48
6.4.4. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento). 48
6.4.5. Pilotes de anclaje. 49
a) Capacidad de carga vertical pilotes. 49
b) Asentamiento del pilote individual. 50
6.5. Cimentación para gradería. 52

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

6.5.1. Dimensión de los cimientos. 52
6.5.2. Profundidad de apoyo. 52
6.5.3. Capacidad de carga. 53
6.5.4. Asentamientos. 54
6.5.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento). 54
6.5.6. Módulo de reacción horizontal y vertical. 55
6.6. Senderos peatonales y andenes. 55
6. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ZONA DE PARQUEO. 57
6.1. Pasos a seguir en el diseño. 58
6.1.1. Elegir la categoría de carga por eje 58
6.1.2. Determinar la resistencia del Conjunto Subrasante-Subbase 59
a) Capacidad de soporte de diseño. 59
b) Mejoramiento de la subrasante. 59
c) Módulo de reacción de la subrasante. 61
d) Módulo de reacción del Soporte K combinado (Subrasante – Subbase). 62
6.1.3. Determinar el Módulo de rotura del concreto. 64
6.1.4. Determinar el espesor necesario de las losas. 64
7. RECOMENDACIÓN SOBRE PLACA EXISTENTE. 66
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 69
8.1. Cancha de juegos. 73
8.2. Senderos peatonales y andenes. 73
8.3. Procedimiento y recomendaciones de excavación. 74
8.4. Procedimiento y recomendaciones de construcción. 74
8.5. Pavimento rígido. 74
8.6. Plan de contingencia. 76
9. BIBLIOGRAFÍA. 76
10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO. 77

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto en el municipio. 8
Figura 2. Localización del proyecto en el corregimiento. 9
Figura 3. Plano arquitectónico. 10
Figura 4. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. 12
Figura 5. Mapa subregiones del departamento de Córdoba. 13
Figura 6. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba. 14
Figura 7. Mapa geológico del proyecto en el municipio de Montería. 14
Figura 8. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba. 15
Figura 9. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba. 17
Figura 10. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba. 18
Figura 11. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba. 19
Figura 12. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba. 20
Figura 13. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba. 21
Figura 14. Zona de amenaza sísmica del municipio de Montería. 22
Figura 15. Localización de los sondeos. 24
Figura 16. Esquema de la cimentación propuesta. 38
Figura 17. Dimensiones de la cancha. 42
Figura 18. Esquema de la cimentación propuesta. 43
Figura 19. Esquema de las juntas de contracción de la cancha. 44
Figura 20. Esquema del cerramiento. 46
Figura 21. Esquema del cerramiento. 47
Figura 22. Esquema de cimentación. 53

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Figura 23. Esquema de los andenes..... 56

Figura 24. Esquema de los senderos peatonales..... 56

Figura 25. Zona de parqueo. 57

Figura 26. Mejoramiento a realizar. 61

Figura 27. Estructura de pavimento con dimensiones tolerables y acero de refuerzo..... 66

Figura 28. Visualización de la cancha deportiva en la zona del proyecto. 67

Figura 29. Alineamiento vertical del parque San Anterito..... 67

Figura 30. Espesor de la losa de concreto existente y ensayo de esclerometría realizado. 68

Figura 31. Alineamiento vertical del parque San Anterito..... 68

Figura 32. Sistema de entibado. 70

Figura 33. Detalle de las losas reforzadas. 75

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería. 21

Tabla 2. Resumen de la exploración realizada. 23

Tabla 3. Normatividad, equipos y registros de calibración. 26

Tabla 4. Intervalo de β para arcilla. 31

Tabla 5. Relación o módulo de Poisson aproximado, para diferentes materiales. 32

Tabla 6. Características generales del suelo. 32

Tabla 7. Clasificación de suelos expansivos 32

Tabla 8. Granulometría recomendada para el material de afirmado (INVIAS ART 311-22) alternativa 1. 36

Tabla 9. Granulometría recomendada para el material de afirmado (INVIAS ART 311-22) alternativa 2. 36

Tabla 10. Dimensiones de los cimientos. 37

Tabla 11. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 38

Tabla 12. Asentamientos elásticos. 39

Tabla 13. Asentamientos por consolidación. 41

Tabla 14. Asentamiento total. 41

Tabla 15. Longitud tentativa de las juntas de contracción. 43

Tabla 16. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 45

Tabla 17. Asentamiento total. 45

Tabla 18. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 47

Tabla 19. Asentamiento total. 48

Tabla 20. Capacidad de carga por fricción. 50

Tabla 21. Asentamientos individuales. 51

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Tabla 22. Resultados presión pasiva de tierra. 52
Tabla 23. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 53
Tabla 24. Asentamiento total. 54
Tabla 25. Módulos de reacción vertical y horizontal del subsuelo. 55
Tabla 26. Categoría de carga por eje. 58
Tabla 27. Resultados ensayos de CBR inalterado. 59
Tabla 28. Cálculos para el mejoramiento de la subrasante. 60
Tabla 29. Efecto de la subbase granular sobre los valores de K. 63
Tabla 30. Valor obtenido de K combinado. 63
Tabla 31. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k. 64
Tabla 32. TPD-C Admisible- Categoría 1. 65
Tabla 33. Resumen características de los pasadores de carga. 66
Tabla 34. Volumen de corte y relleno para la explanación. 69
Tabla 35. Granulometría recomendada para el material de relleno. 71
Tabla 36. Granulometría recomendada para el material de relleno. 72

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EN EL CORREGIMIENTO SAN ANTERITO DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

INTRODUCCIÓN.

De acuerdo con la solicitud presentada por el MUNICIPIO DE MONTERÍA, se realizó el estudio geotécnico para la construcción de un parque localizado entre las calles 3 y 4 en el corregimiento San Anterito del municipio de Montería, departamento de Córdoba.

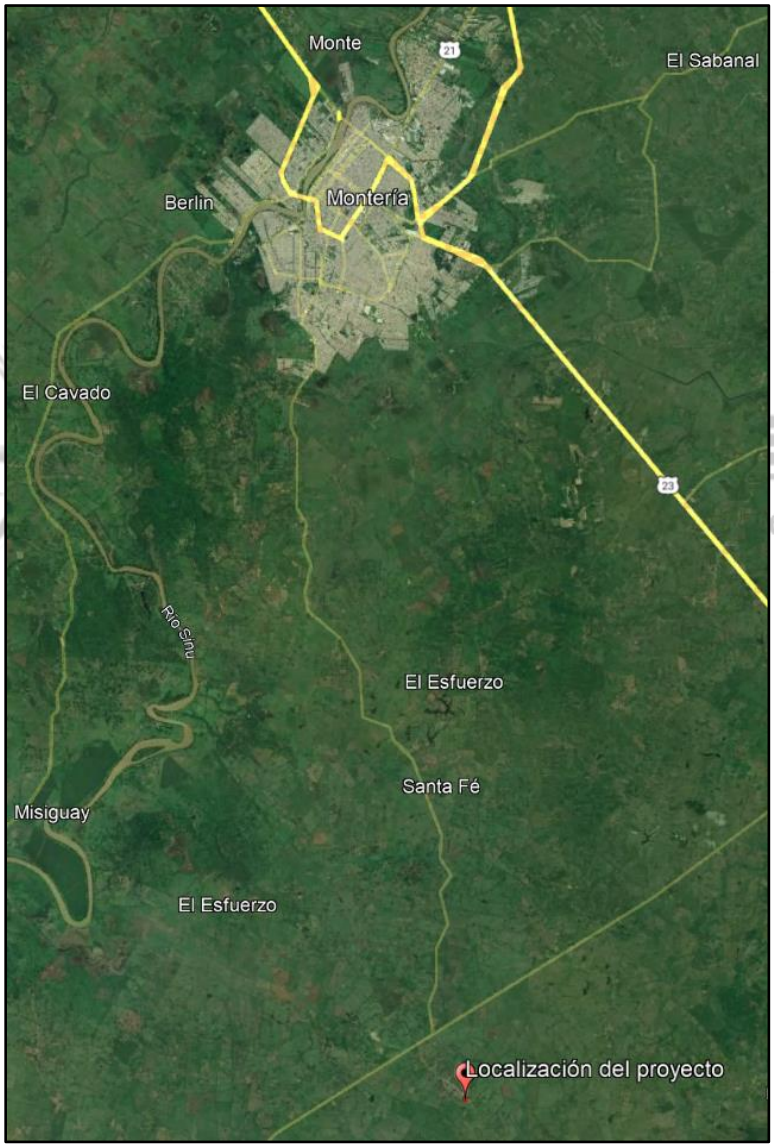


Figura 1. Localización del proyecto en el municipio.
Fuente: Google Earth.

El proyecto compromete un area aproximada igual a 4666 m^2, distribuidas en 63.57 m de ancho y 74.38 m de largo.



Figura 2. Localización del proyecto en el corregimiento.
Fuente: Google Earth.

Para la construcción del parque se proyecta la construcción de la placa de la cancha y su cerramiento, placa para juegos y gimnasio biosaludable, graderías, andenes y una zona de parqueo como se muestra en la siguiente figura:

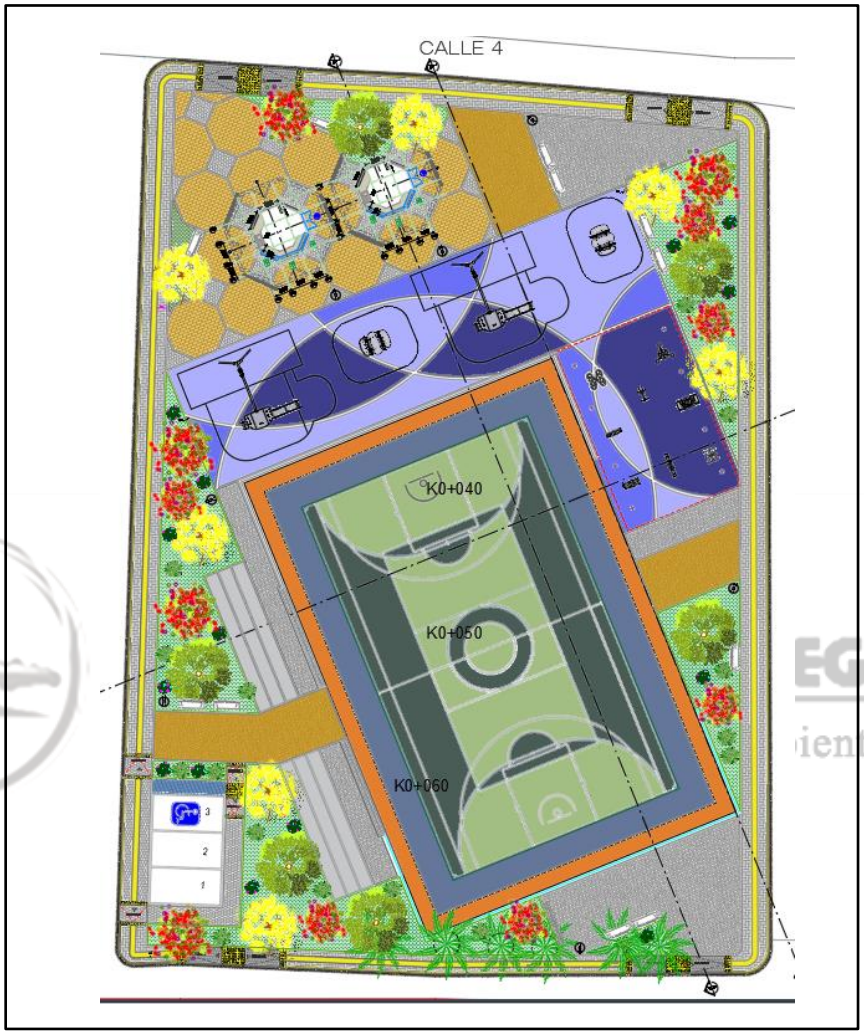


Figura 3. Plano arquitectónico.
Fuente: Suministrado por el contratista.

Actualmente, el lote del proyecto se encuentra en espacio abierto sin vegetación, como se muestra en las siguientes fotografías:



Registro fotográfico 1. Lote del proyecto.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

En este informe se presentan los resultados de la exploración de campo y los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras extraídas, se presentan las condiciones geotécnicas del sitio explicando la metodología utilizada para el estudio. Además, se encuentran las conclusiones y recomendaciones derivadas de los estudios descritos.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

2. INFORMACIÓN GENERAL.

2.1. Generalidades del proyecto.

El municipio de Montería está situado en la zona centro del departamento de Córdoba, correspondiente a las tierras planas y ligeramente onduladas, de los Valles de los ríos San Jorge y Sinú, entre las coordenadas 08° 45´27" de latitud Norte y 75° 53´24" de longitud Oeste, cubre un área total de 3141 Km^2.



Figura 4. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre. "Montería", [En línea].

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Limita al Norte con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete y San Carlos. Ver Figura 5. La topografía de Montería es básicamente plana, con algunas elevaciones de menor importancia. La parte occidental de la ciudad está surcada por la serranía de Las Palomas.



Figura 5. Mapa subregiones del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

2.2. Geología.

El municipio de Montería hace parte de la unidad estratigráfica del Cinturón de San Jacinto y las unidades litoestratigráficas del anticlinorio de San Jerónimo conformado por rocas ígneas y rocas sedimentarias. (Ver Figura 6).

La zona está constituida por materiales sueltos formados por depósitos aluviales compuestos por aluviones y sedimentos del rio Sinú.

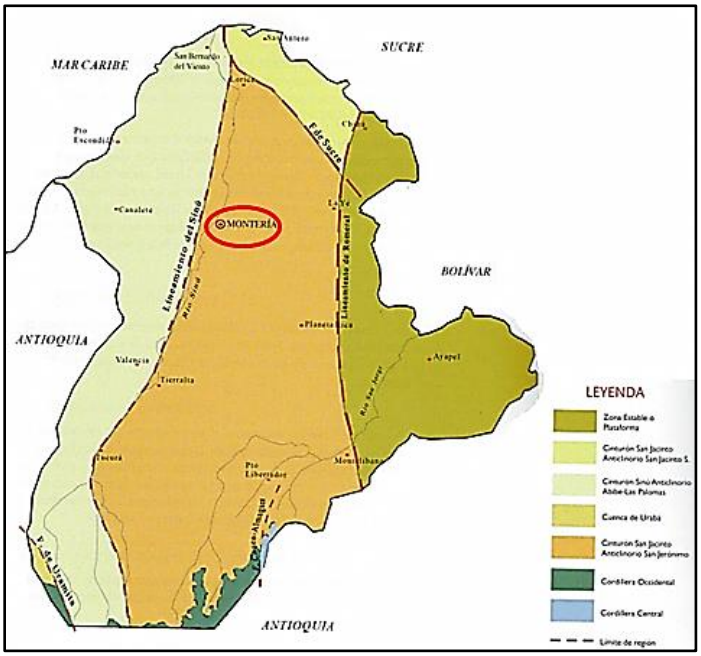


Figura 6. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El depósito encontrado en el proyecto es:

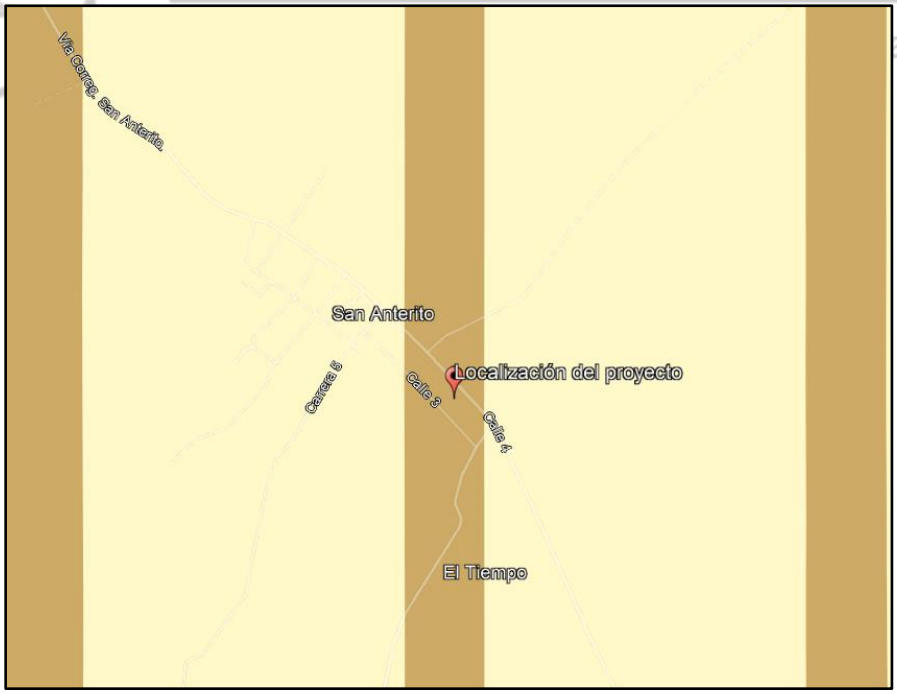


Figura 7. Mapa geológico del proyecto en el municipio de Montería.
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

n6n7-Sm

Intercalaciones de lodolitas, arenitas calcáreas y cuarzoarenitas de grano grueso a conglomeráticas.

2.3. Geomorfología.

El río Sinú se caracteriza por formar valles aluviales amplios, el depósito aluvial del municipio de Montería aflora desde el corregimiento de Santa Isabel, hasta la población de El Vidrial al norte de Montería, donde se forman las zonas planas de gran extensión que incluye las ciudades de Montería y Cerete.

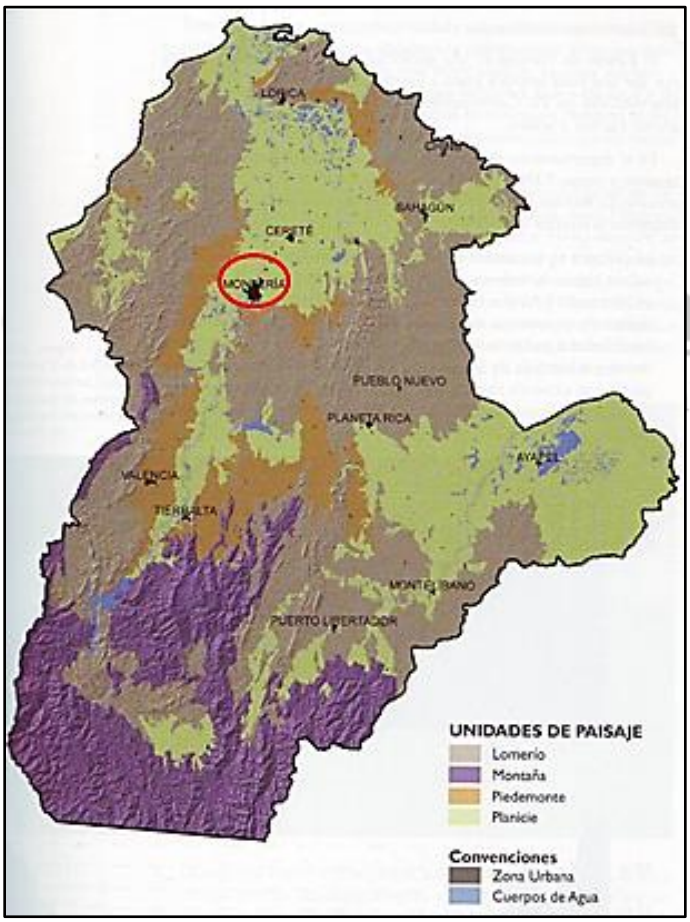


Figura 8. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El municipio de Montería pertenece a las unidades de paisaje de planicie y piedemonte.

El paisaje de planicie es una geoforma caracterizada por ser una zona amplia y plana a ligeramente plana, cuyas pendientes son menores a 3.00%. Corresponde a los diferentes aportes de origen aluvial, marino o eólico.

Por otra parte, se define como paisaje de piedemonte a planicies inclinadas, que se extienden al pie de sistemas montañosos, serranías, y lomeríos, que han sido formadas por la sedimentación de materiales transportados por las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.

2.4. Geoestructura y ambiente Morfométrico.

El municipio de Montería se localiza en la Geoestructura correspondiente a la megacuenca de sedimentación ubicada al norte y occidente de la cordillera y se extiende hasta el mar caribe, cubriendo 23.788,87 Km^2, lo que equivale al 95.4% del territorio del departamento de Córdoba. Geográficamente a esta pertenecen las serranías de Abibe, San Jerónimo, y Ayapel. La megacuenca está conformada por rocas sedimentarias continentales y marinas del Cretáceo – Neógeno y por extensos depósitos del cuaternario, de origen aluvial, fluvio-lacustre, fluvio marino y marino, principalmente, lo que crea un ambiente morfogenético de depositación.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

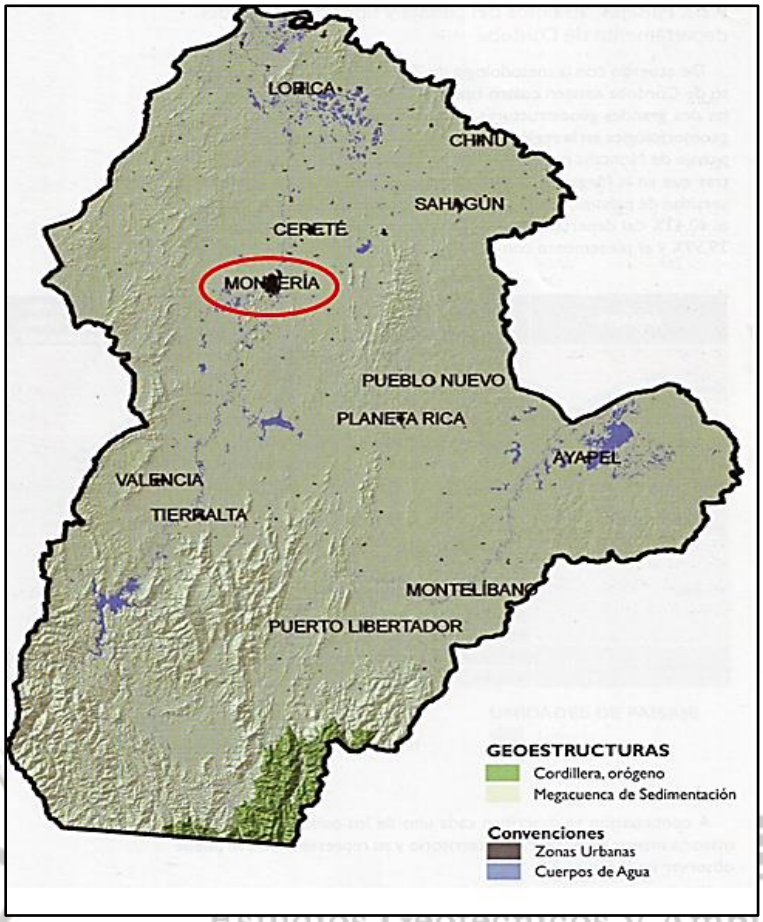


Figura 9. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

2.5. Clima.

El clima es uno de los factores formadores de suelos, debido en gran medida a que define las cantidades y distribuciones de los diversos organismos, animales y vegetales, así como sus relaciones.

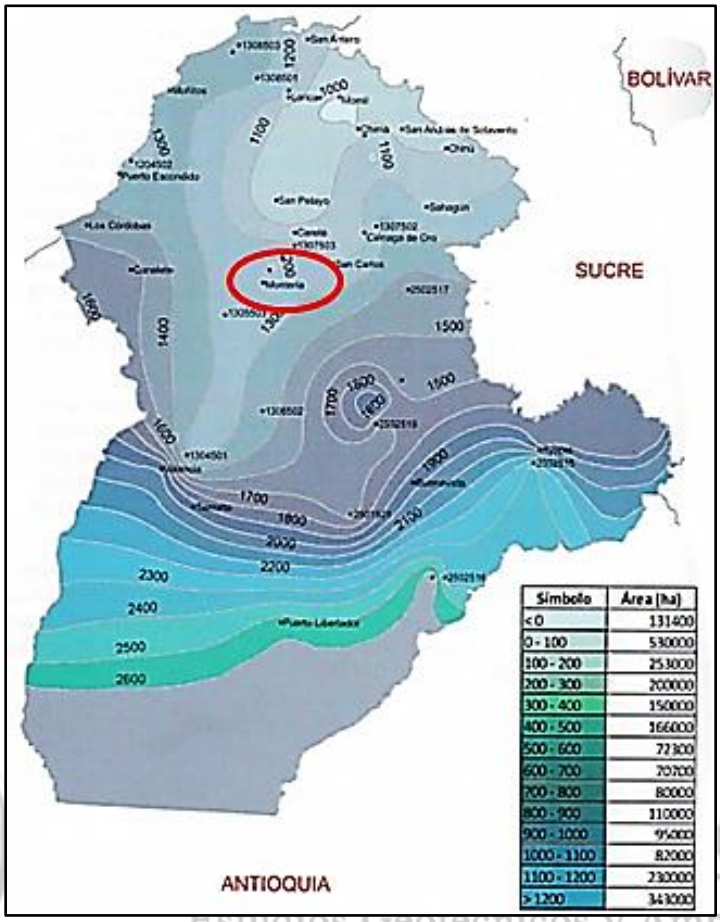


Figura 10. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El municipio de Montería dada su fisiografía y su posición en la llanura del Caribe colombiano, se localiza con respecto a los vientos provenientes del Mar en una posición de sotavento ocasionando climas predominantemente secos la mayor parte del año, con una alta humedad relativa por la presencia del río Sinú y sus sistemas de ciénagas y humedales, presenta lluvias con vientos (vendavales) en épocas húmedas y unos microrrelieves en las serranías de las Palomas y de San Carlos que se comportan como barloventos aumentando la nubosidad y la generación de lluvias.
El municipio de Montería posee una altura promedio de 18 msnm, con una precipitación media anual de 1200 mm.

La distribución de las lluvias de la zona se encuentra supeditada al paso anual del CIT (Centro de Convergencia Intertropical), el paso de este centro neurálgico ocasiona un

tiempo ciclónico, es decir, nubado, lluvioso y fresco; antes de este paso existe el tiempo anticiclónico, es decir soleado, seco y con variación de las temperaturas diurnas.

Por lo anterior el municipio de Montería presenta dos temporadas de lluvia: La primera es lluviosa en parte de abril y mayo, y la segunda, también lluviosa entre los meses de septiembre y noviembre; una temporada de menor intensidad de lluvias entre los meses de junio y agosto, y por último una temporada seca entre los meses de diciembre a marzo.

El promedio anual de la temperatura es de 27 °C, con un ligero aumento en los meses de marzo, abril y mayo. La Variación diaria presenta una amplitud de 10 °C, en cuanto la variación espacial no es muy significativa, pues el 98.2% del territorio se encuentra en el piso térmico cálido. Por ello, puede considerarse que el promedio anual de 27 °C es representativo para el municipio de Montería.

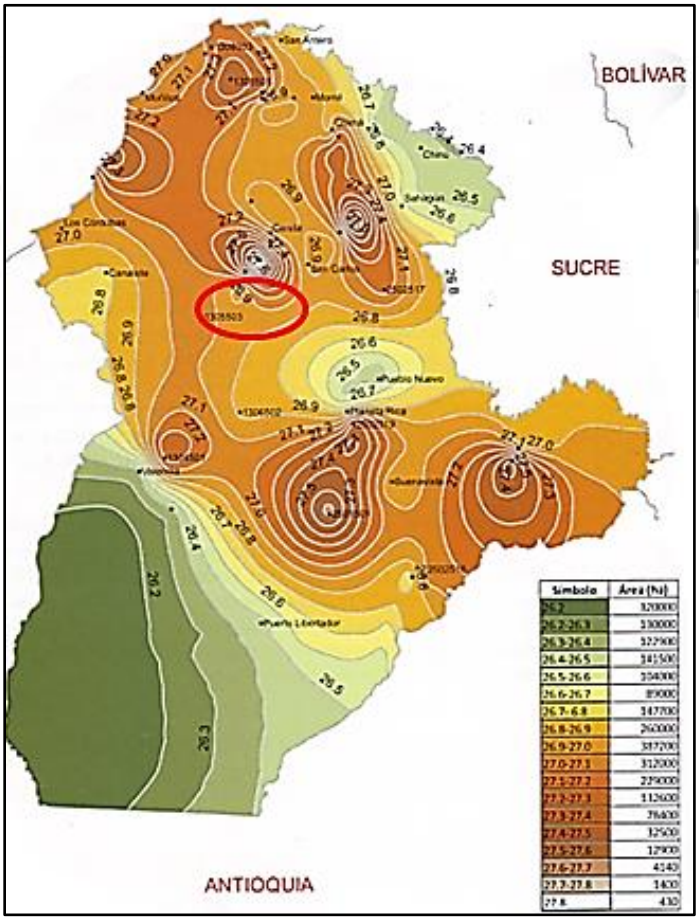


Figura 11. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

El brillo solar anual varía entre 1.400 y 1.800 horas de luz.

La humedad ambiente (84%), se relaciona con el brillo solar y con los intensos procesos de evapotranspiración.

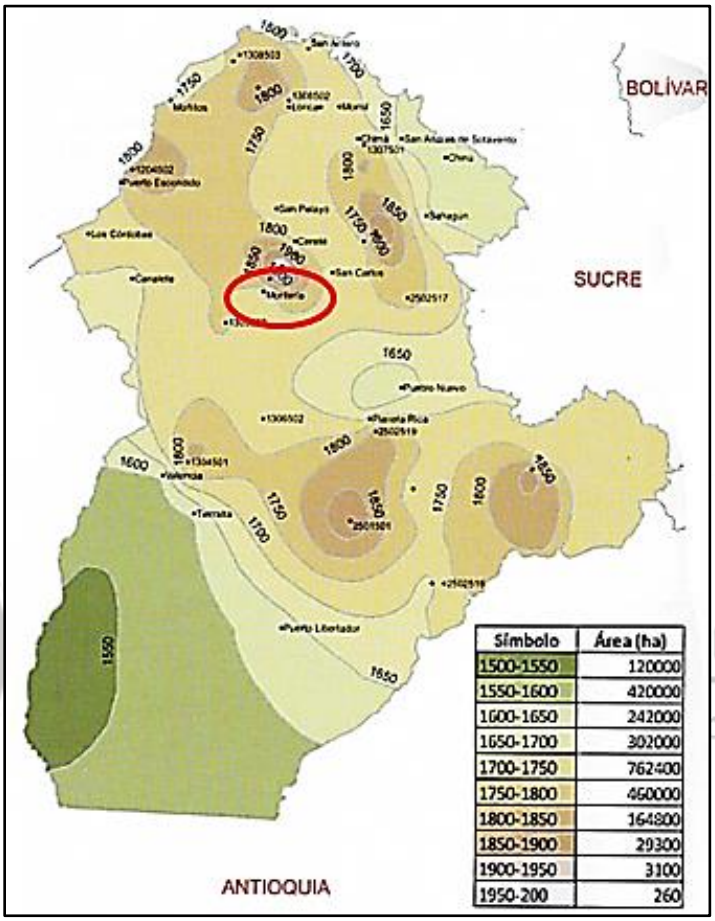


Figura 12. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

La evapotranspiración potencial (E.T.P.), presenta un área definida como de núcleo central regional del valle del Sinú que va desde Montería hasta el norte con un valor ubicado en el rango de 1700 - 1750 mm anuales decreciendo hacia las zonas extremas de la cuenca hasta los 1.650 mm/año.

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite, el municipio presenta una franja alineada a lado y lado del plano de inundación del río en el clima cálido semi-seco; en el

resto del área de Montería sigue siendo cálido, pero con un régimen de humedad semi-húmedo.

Estación	msnm	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	ETP (mm)	Déficit (mm)	Exceso (mm)	Piso Térmico	Clase Clima	Símbolo
Montería	18	1200	26,9	1711,4	558,0	46,6	Cálido	Seco	c-S

Tabla 1. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

2.6. Vegetación.

El municipio de Montería tiene área de su territorio dentro de la parte media y baja del río Sinú, la vegetación original ha sido completamente degradada sólo a pequeños bosques o zonas de bosque de galería, por la transformación y/o adecuación de las tierras de los ecosistemas para extensas áreas de praderas para el desarrollo de sistemas pecuarios semi - intensivos y extensivos y la agricultura comercial y de subsistencia.

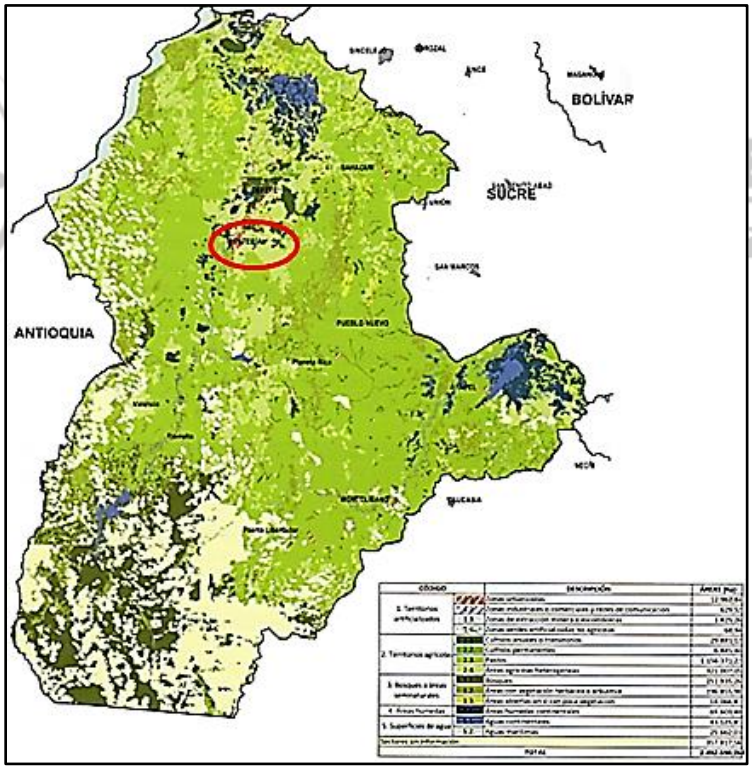


Figura 13. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

A los alrededores del municipio se encuentra áreas agrícolas heterogéneas, áreas que presentan heterogeneidad en la cobertura, ya sea por el tamaño reducido de los, por condiciones locales de clima o de suelos que hacen difícil la separación de unidades cartográficas homogéneas, y pastos de territorios agrícolas que son tierras ocupadas principalmente para la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho.

2.7. Sismicidad.

La Norma Colombiana de construcciones sismo resistentes ubica a Montería en una zona de amenaza sísmica Intermedia, los coeficientes sísmicos tienen las siguientes magnitudes:

Aa = 0.10 (Coeficiente de aceleración pico efectiva).
Av = 0.15 (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño).
Ad = 0.04 (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño).
Ae = 0.07 (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada).

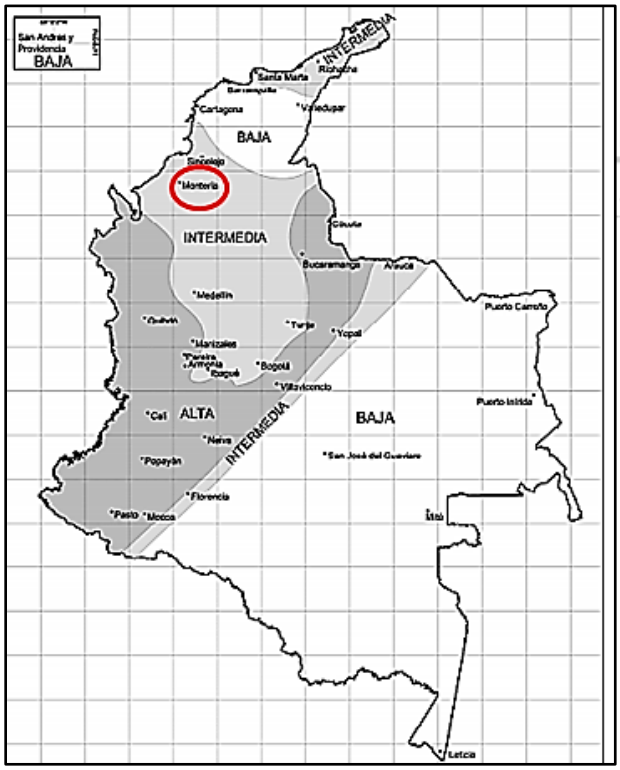


Figura 14. Zona de amenaza sísmica del municipio de Montería.
Fuente: Titulo A. Norma Sismo Resistente NSR 10.

2.7.1. Perfil de suelo.

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

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

Paso 2: Posteriormente se analizó la existencia de estratos de suelos de grano fino de más de 3.00 m de espesor cuyas resistencias al corte no drenado sean inferiores a 50 KPa (50KPa > $\overline{Su}$), que tengan un contenido de agua mayor o igual al 40% y que los índices de plasticidad sean mayores al 20%.

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

Teniendo en cuenta los valores de Su mostrados en los perfiles de los sondeos, el perfil del suelo es tipo **D**.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.

3.1. Exploración de campo.

Para evaluar el subsuelo del proyecto se realizaron tres (3) sondeos de 6.00 m de profundidad. A continuación, se resume el programa exploratorio:

N sondeo	Profundidad (m)	Nivel freático (m)	Latitud	Longitud
1	6.00	No se registró	8°33'42.26"N	75°51'27.47"O
2	6.00	No se registró	8°33'41.23"N	75°51'27.59"O
3	6.00	No se registró	8°33'41.72"N	75°51'28.08"O

Tabla 2. Resumen de la exploración realizada.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

3.1.1. Localización de los sondeos.

Se presenta a continuación la localización de los sondeos realizados utilizando la herramienta Google Earth Pro.



Figura 15. Localización de los sondeos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría sobre plano suministrado.

3.1.2. Metodología de exploración.

Para el avance de las perforaciones se utilizaron barrenos manuales tipo helicoidal, además se hicieron pruebas de penetración estándar (SPT).

Cuando se alcanzó el nivel adecuado a cada metro y medio, se tomó una muestra inalterada, para lo cual se acopló el tubo estándar o Shelby, según fuere granular o cohesivo el suelo, en la varilla de extensión y se procedió a tomar una muestra inalterada. El tubo se introdujo a golpes (o presión), con una almadana que pesa 63.50 Kg desplazándose en caída libre desde 0.762 m, hasta lograr una penetración aproximada de 0.45 m, espaciados cada 0.15 m y contabilizando el número de golpes en cada segmento de suelo penetrado, luego se procedió a sacar la muestra.



Registro Fotográfico 2. Exploración del subsuelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

3.1.3. Ensayos de laboratorio.

Sobre las muestras se tomaron las más representativas para la clasificación por el Sistema Unificado (USCS) y con ellas se determinaron las características de resistencia mecánica del suelo, mediante la ejecución de los siguientes ensayos de laboratorio:

- Tamizado mecánico.
- Límites líquido y plástico.
- Determinación de humedad.
- Peso específico.
- Compresión inconfinada
- Ensayo de expansión.

3.1.4. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración.

Los ensayos realizados a las muestras obtenidas en campo se hicieron bajo el procedimiento de las siguientes normas:

Ensayo	Norma	Equipos	Registros de calibración
Tamizado mecánico	I.N.V. E-123-13	Tamices de malla cuadrada, horno, recipientes, balanzas con sensibilidad de 0.01gr y 0.10%.	Ver anexo 3

Ensayo	Norma	Equipos	Registros de calibración
Límite líquido	I.N.V. E-125-13	Cazuela de Casagrande, vidrio, espátula, ranurador, recipientes, balanza y horno.	Ver anexo 3
Límite plástico	I.N.V. E-126-13	Balanza, recipientes, horno, agua destilada, vidrio o superficie plana para enrollamiento.	Ver anexo 3
Determinación de humedad	I.N.V. E-122-13	Horno, balanza, recipientes.	Ver anexo 3
Compresión inconfinada	I.N.V. E-152-13	Aparato de compresión, balanza, horno	Ver anexo 3
Potencial de expansividad	I.N.V. E-120-13	Aparato de lambe, balanza, horno.	Ver anexo 3

Tabla 3. Normatividad, equipos y registros de calibración.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

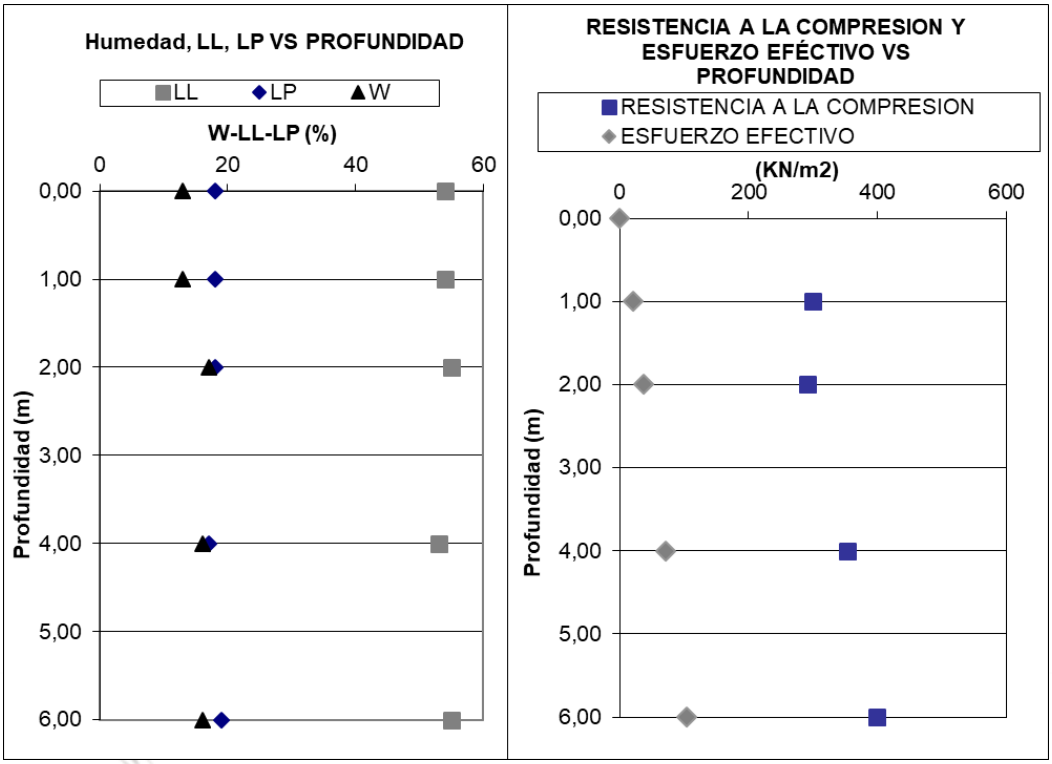
3.2. Caracterización del subsuelo.

3.2.1. Descripción de sondeos.

A continuación, se realiza la descripción de los sondeos realizados:

Sondeo 1.
0.00 – 6.00 m: Arcilla arenosa de alta plasticidad de color pardo vetas grises, y rojizo y gris de consistencia muy firme.
Las humedades de los materiales varían entre 13 y 17%
No se registró nivel freático.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

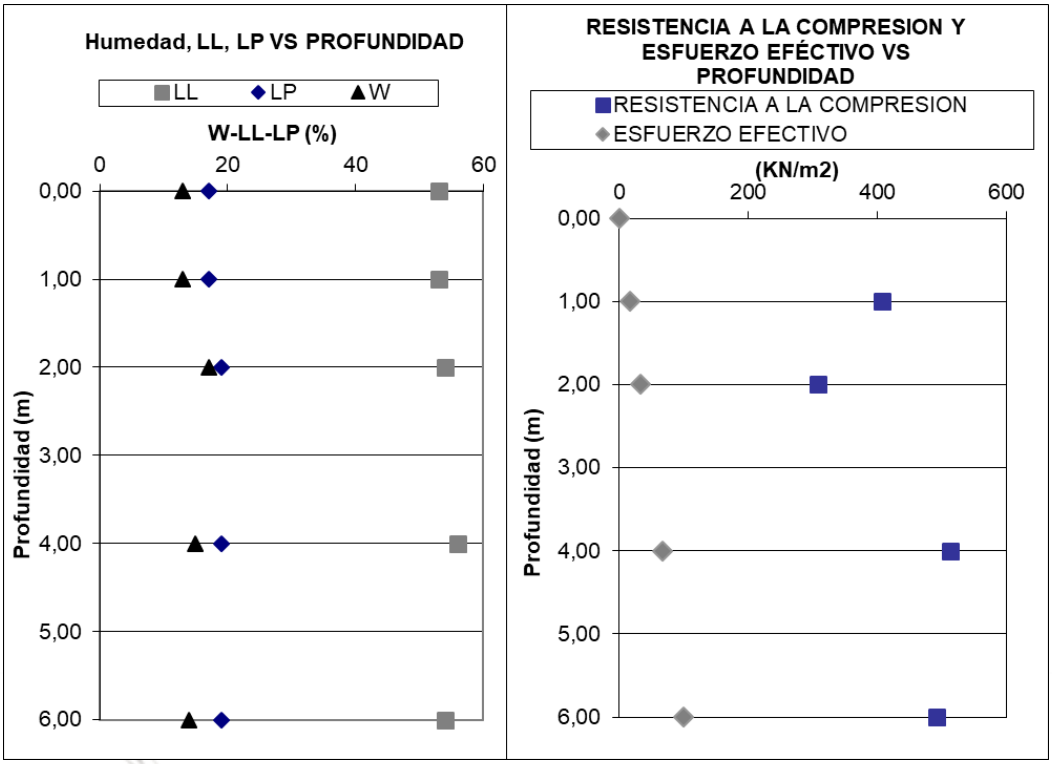


Gráfica 1. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 1.
Gráfica 2. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 1.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 2.

0.00 – 6.00 m: Arcilla arenosa de alta plasticidad de color rojizo vetas pardo y grises, y rojizo y gris de consistencia variable de muy firme a dura.
Las humedades de los materiales varían entre 13 y 17%
No se registró nivel freático.



Gráfica 3. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 2.
Gráfica 4. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 2.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

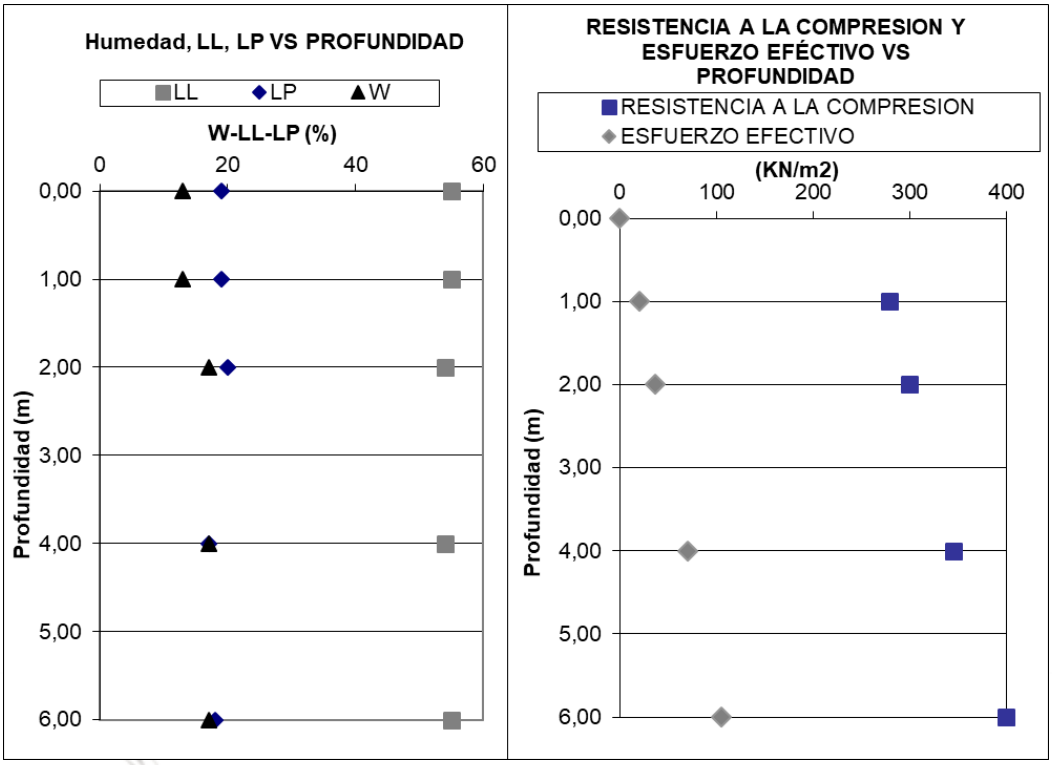
PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Sondeo 3.

0.00 – 6.00 m: Arcilla arenosa de alta plasticidad de color rojizo vetas pardo y grises, y rojizo y gris de consistencia muy firme.

Las humedades de los materiales varían entre 13 y 17%

No se registró nivel freático.



Gráfica 5. Variación de humedades respecto a la profundidad en el sondeo 3.
Gráfica 6. Variación de los esfuerzos respecto a la profundidad en el sondeo 3.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS

Con el fin de establecer el tipo de suelo y sus condiciones mecánicas, se realizaron las siguientes actividades:

4.1. Determinación del peso unitario (γ) de suelos de grano fino.

El peso unitario en estado húmedo o saturado, se obtiene mediante mediciones directas sobre las muestras inalteradas. Se obtiene el peso y sus dimensiones (diámetro y altura), determinando así cada peso y volumen en particular, y la relación peso / volumen, determina el peso unitario o volumétrico del espécimen.

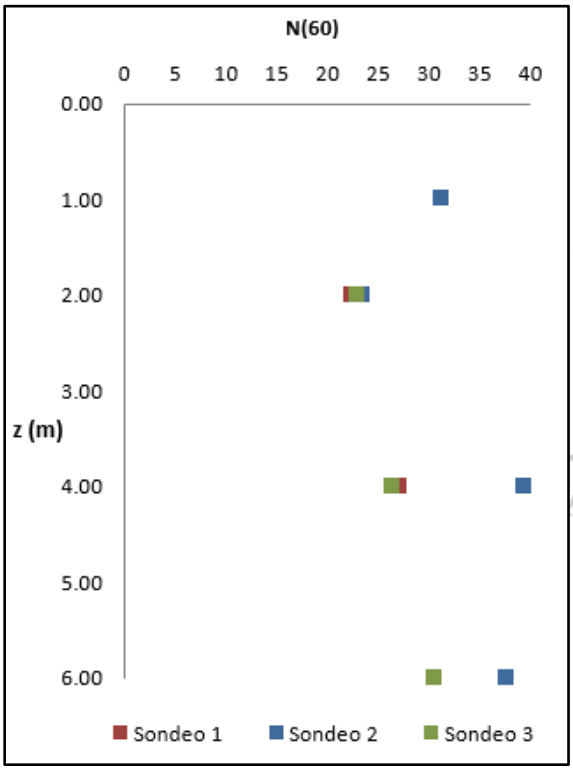
4.2 Estandarización del número de penetración estándar.

Se estandarizó el número de penetración estándar de campo asumiendo que la energía aplicada corresponde a:

$$N60 = N * \eta H * \eta B * \eta S * \eta R$$

Dónde:
N: Número de golpes tomados en campo.
ηH: Factor dependiente del tipo de martillo y la liberación de este.
ηB: Factor dependiente del diámetro de la tubería de revestimiento.
ηS: Factor dependiente del tipo de muestreador.
ηR: Factor dependiente de la longitud de la barra.

La siguiente grafica muestra el número de golpes corregido a las diferentes profundidades donde se hicieron pruebas de SPT:



Gráfica 7. Variacion del número de golpes corregido $N_{(60)}$ con la profundidad (z).
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

La grafica muestra la resistencia del suelo en función del número de golpes, presentando materiales de consistencia firme a dura.

4.3. Obtención de los parámetros de resistencia al corte de los estratos.

La obtención de los parámetros de resistencia al corte de cada estrato de suelo (Cu), se logró de la siguiente forma:

- **Cohesión no drenada:** Para los suelos cohesivos, los valores de cohesión inconfinada, fueron tomados directamente de los ensayos de compresión simple en muestras inalteradas. Para el caso de las muestras alteradas se calculó mediante la correlación de Stroud, dada por la siguiente formulación:

$$Cc = KN_{60}$$

Dónde:
K: Se encuentra en el rango de 3.50 – 6.50 kN/m^2 (0.507 – 0.942 lbs/pulg^2).
N_{60}: Número de penetración estándar obtenido en campo, corregido por energía.

- **Módulos de elasticidad:** Los valores de módulo de elasticidad para las arcillas se obtienen a partir de valores de Cu, como se muestra a continuación:

$$Es = \beta * Cu$$

Donde β se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Índice de plasticidad	β				
	OCR=1	OCR=2	OCR=3	OCR=4	OCR=5
<30	1500 - 600	1380 - 500	1200 - 580	950 - 380	730 - 300
30 a 50	600 - 300	550 - 270	580 - 220	380 - 180	300 - 150
>50	300 - 150	270 - 120	220 - 100	180 -90	150 - 75

Tabla 4. Intervalo de β para arcilla.
Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

- **Relación de Poisson μ:** Los valores de relación de Poisson se obtienen a partir de la siguiente tabla:

Material	Relación de Poisson μ
Arcilla húmeda	0.10 a 0.30
Arcilla arenosa	0.20 a 0.35
Arcilla saturada	0.45 a 0.50
Limo	0.30 a 0.35
Limo saturado	0.45 a 0.50
Arena suelta	0.20 a 0.35
Arena densa	0.30 a 0.40
Arena fina	0.25
Arena gruesa	0.15
Rocas	0.15 a 0.25
Loess	0.10 a 0.30
Concreto	0.15 a 0.25

Material	Relación de Poisson μ
Acero	0.28 a 0.31

Tabla 5. Relación o módulo de Poisson aproximado, para diferentes materiales.
Fuente: Tabla 13.1, Crespo Villalaz, Mecánica de suelos y cimentaciones.

A continuacion se muestra el perfil de diseño del suelo, el cual es realizado con los parametros obtenidos de los ensayos de laboratorio y utilizando las metodologías descritas en parrafos anteriores:

Perfil del suelo				
Profundidad (m)	Peso específico γ (kN/m³)	Cohesión no drenada (kN/m²)	Módulo de elasticidad E (kN/m²)	Relación de Poisson μ
1,00	18,89	164,34	24652	0,30
2,00	16,97	149,72	22459	0,30
4,00	16,82	202,02	30303	0,30
6,00	16,77	214,99	32248	0,30

Tabla 6. Características generales del suelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

4.4. Evaluación de las características especiales de los suelos.

4.4.1. Potencial de expansión.

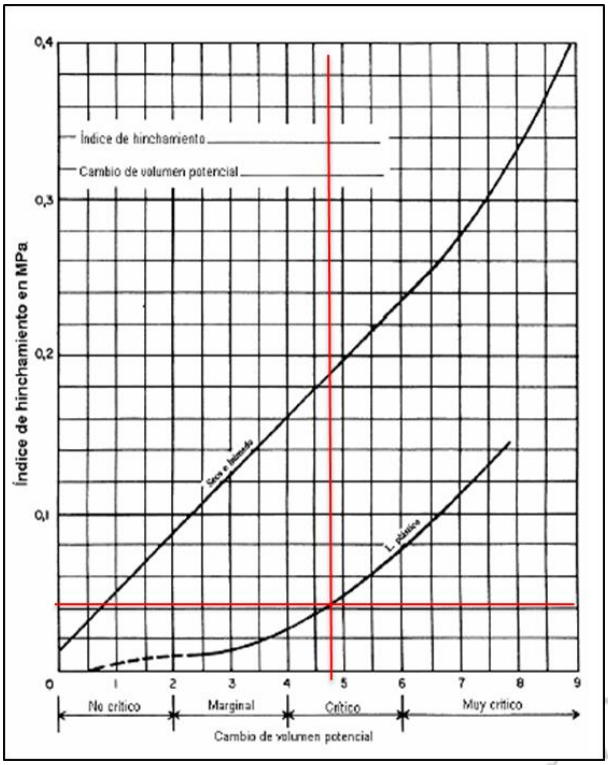
El material fino que conforma el subsuelo del proyecto tiene valores de límite líquido contenidos en el rango entre 53 y 56% y un índice plástico entre 34 y 37%, lo cual de acuerdo con lo establecido en el titulo H de la norma NSR-10, cualifica los suelos con potencial expansivo alto.

Potencial de expansión	Límite líquido LL, en (%)	Índice de plasticidad, IP, en (%)
Muy alto	> 63	> 32
Alto	50 – 63	23 – 45
Medio	39 – 50	12 –34
Bajo	< 39	< 20

Tabla 7. Clasificación de suelos expansivos
Fuente: Título H de la norma NSR-10.

Teniendo en cuenta el potencial expansivo alto de las muestras, se consideró necesario realizar el ensayo de determinación del potencial de expansividad de un suelo en el aparato de lambe de acuerdo con la norma INV.E-120-13, el ensayo consiste en identificar suelos que puedan presentar problemas de expansión, es decir de cambio de volumen, como consecuencia de las variaciones en su contenido de humedad. A estos efectos, el cambio

de volumen potencial de un suelo queda comprendido dentro de uno de los cuatro grupos siguientes: No crítico, marginal, crítico y muy crítico. Los resultados obtenidos en el ensayo se muestran a continuación:

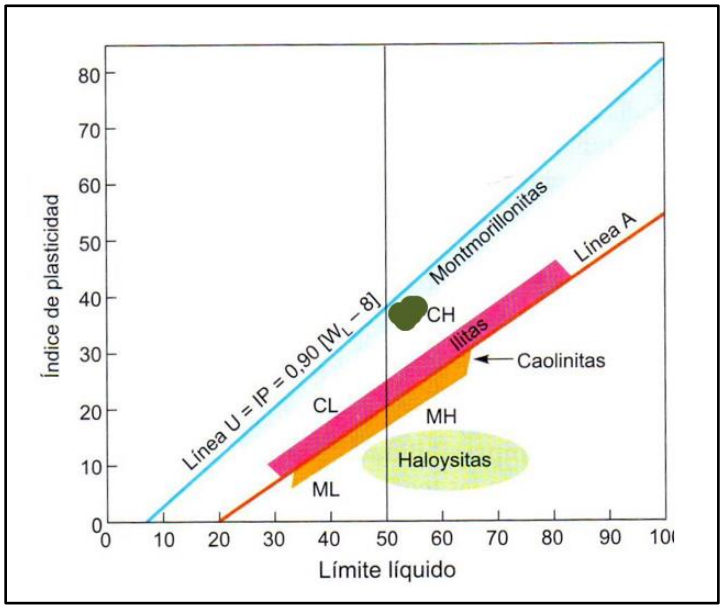


Gráfica 8. Curva para determinar el porcentaje de PVC de expansión (según Lambe). Fuente: Norma INVIAS 120-07.

El cambio volumétrico potencial se deduce mediante el índice de hinchamiento, el cual se define como la presión necesaria para reducir el hinchamiento de la muestra a un valor muy pequeño, del ensayo para la muestra en estudio, se obtuvo magnitud de índice de hinchamiento igual a 0.042 Mpa, con esta magnitud y las condiciones iniciales de humedad del suelo ensayado, se determina el cambio de volumen potencial (PVC) en la gráfica anterior, el cual es de 4.75%, es decir, el suelo presenta un potencial expansivo CRÍTICO.

Las recomendaciones estarán regidas por el potencial expansivo del suelo.

La siguiente gráfica permite estimar la mineralogía de los materiales finos conformantes del subsuelo.



Gráfica 9. Carta de Plasticidad del proyecto.
Fuente: González Vallejo, "Ingeniería geológica".

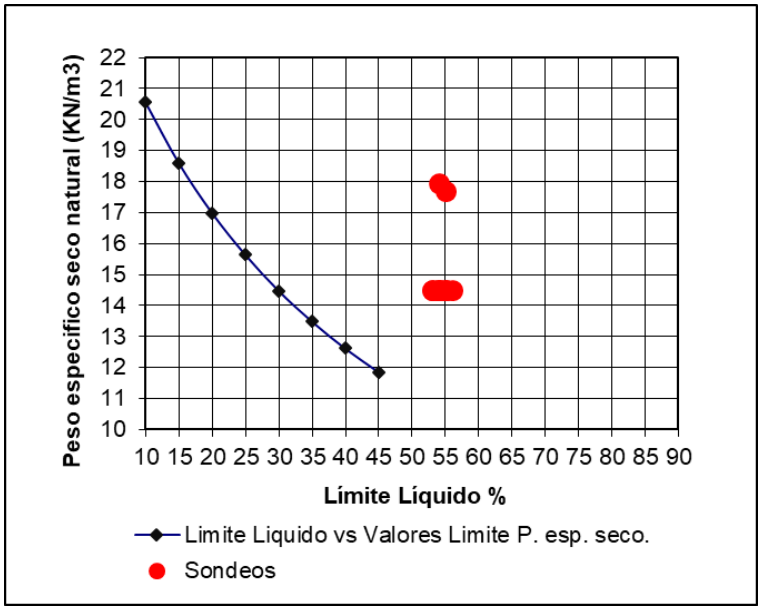
Se observa que la tendencia de las muestras es hacía la familia mineralógica de las Montmorillonitas. Las montmorillonitas estructuralmente se componen por una capa central que contiene aluminio y magnesio coordinados octaédricamente en forma de óxidos e hidróxidos. La unión entre minerales individuales es débil, por lo cual el agua se inserta con facilidad, pudiendo generar hinchamiento del suelo. Además de ser expansiva, la montmorillonita es muy plástica y se contrae al secarse.

4.3.2. Potencial de licuación.

Las muestras son en su totalidad son finas, factor que inhibe los procesos de licuación.

4.3.3. Potencial de colapso.

La siguiente gráfica evalúa el potencial de colapso de las muestras de suelo del proyecto, al definir qué suelos tienen una relación de vacíos que permitiría que su contenido de agua excediera al valor del límite líquido al estar saturado.



Gráfica 10. Evaluación de la potencialidad de colapso de los suelos del proyecto. Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

Los puntos están localizados por encima de la línea de colapso por lo tanto éstos son materiales densos y no son potencialmente colapsables (No sufren cambios volumétricos sustanciales al saturarse).

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

5.1. Condición del subsuelo.

El subsuelo del proyecto está conformado en su totalidad por material fino correspondiente arcillas arenosas de alta plasticidad de consistencia variable entre muy firme y dura. No se registra la presencia del nivel freático.

5.2. Rellenos y mejoramientos.

5.2.1. Material seleccionado.

El material recomendado para rellenar las excavaciones corresponde a material seleccionado, el cual debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	-
1"	25.4	100

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
(3/4)"	19.1	90 - 100
(3/8)"	9.52	65 - 90
Nº4	4.76	45 - 70
Nº10	2.38	35 - 55
Nº40	0.43	15 - 35
N°200	0.074	10 - 20

Tabla 8. Granulometría recomendada para el material de afirmado (INVIAS ART 311-22) alternativa 1.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	100
1"	25.4	100
(3/4)"	19.1	80 - 100
(3/8)"	9.52	60 - 85
Nº4	4.76	40 - 65
Nº10	2.38	30 - 50
Nº40	0.43	13 - 30
N°200	0.074	9 - 18

Tabla 9. Granulometría recomendada para el material de afirmado (INVIAS ART 311-22) alternativa 2.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

- Tamaño máximo 1.50".
- Limite líquido inferior a 25%.
- Índice plástico inferior a 10%.

El material se debe compactar hasta alcanzar densidades iguales o superiores al 95% de su máxima densidad Próctor Modificado.

6. CIMENTACIÓN.

De acuerdo con la naturaleza del suelo y la tipología de las estructuras se recomiendan los siguientes cimientos para cada una:

a) Juegos infantiles y gimnasio biosaludable: Losa de cimentación.
b) Cancha polideportiva: Losa de cimentación.
c) Cerramiento perimetral: Cimientos corridos anclados con pilotes preexcavados.
d) Graderías: Cimientos aislados.

e) Senderos peatonales y andenes: Adoquín y gramoquin.

Nota: *Las dimensiones son tomadas del planteamiento arquitectónico suministrado, en caso de registrarse variaciones se deben suministrar a esta consultoría para realizar el recálculo pertinente.*

6.1. Consideraciones para el diseño.

La prueba de expansión arrojó una presión de hinchamiento del orden de 42.00 kN/m^2, lo cual establece que el suelo presenta un potencial CRÍTICO de hinchamiento.

6.1.1. Mejoramiento.

El mejoramiento del suelo estará condicionado por el potencial expansivo del suelo de fundación evaluado en el numeral 4.4.1 del presente informe y concordante con la naturaleza de muy alta plasticidad de los suelos del proyecto.

Para controlar la expansión del terreno, se recomienda la colocación de una capa de material seleccionado de 1.50 m de espesor, conforme a las especificaciones del numeral 5.2.1. Esto contrarrestará la presión de hinchamiento del suelo.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

6.2. Cimentación para juegos infantiles y gimnasio biosaludable.

Se recomienda transmitir las cargas a través de losas de cimentación.

6.2.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo.

Las dimensiones de los cimientos son tomadas del plano suministrado por el solicitante, se resumen en la siguiente tabla:

Estructuras	Forma de la losa	B (m)	L (m)
Juegos infantiles	Rectangular	2.00	3.00
		5.00	6.00
Gimnasio biosaludable	Rectangular	1.00	1.60
		1.00	2.20
		1.20	2.00
	Circular	1.90	1.90

Tabla 10. Dimensiones de los cimientos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6.2.2. Profundidad de apoyo.

Se realiza el análisis para losas de cimentación desplantadas a 0.10 m medidos respecto al nivel de terreno natural sobre el mejoramiento descrito en el numeral 6.1.1.

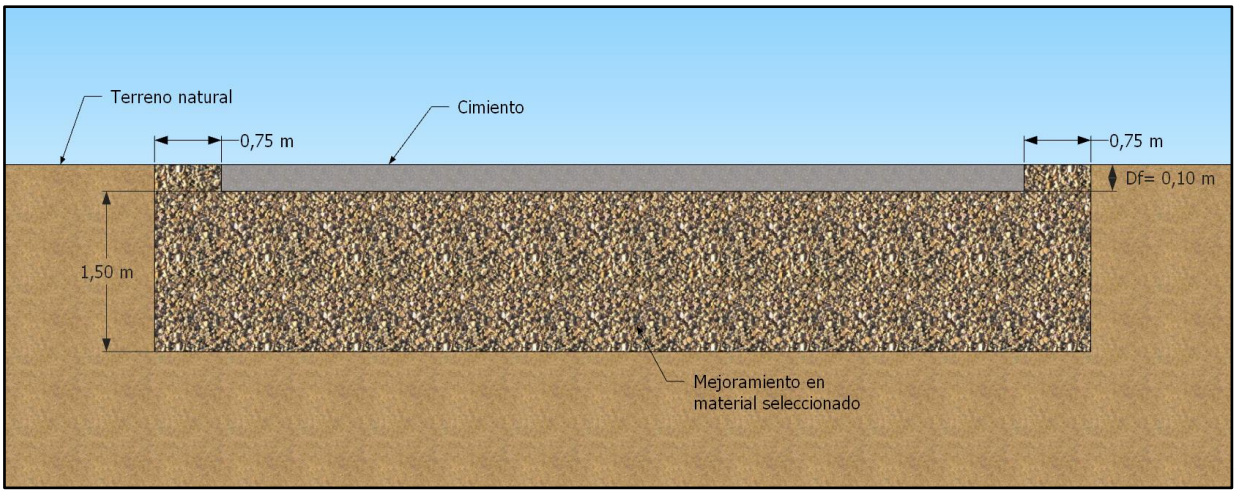


Figura 16. Esquema de la cimentación propuesta.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6.2.3. Capacidad de carga.

La capacidad de carga última ha sido obtenida mediante la fórmula general de Meyerhof y empleando los factores de capacidad de carga de Hasen. Para obtener la magnitud de la capacidad de carga admisible (qa) se han utilizado factores de seguridad mayor a 3.00. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Estructuras	Df (m)	B (m)	L (m)	qa (kN/m2)	Carga P (kN)
Juegos infantiles	0.10	5.00	6.00	**158.70**	4760.99
		2.00	3.00	**156.11**	936.69
Gimnasio biosaludable	0.10	1.00	1.60	**158.03**	252.85
		1.00	2.20	**153.37**	337.41
		1.20	2.00	**156.34**	375.21
		1.90	1.90	**150.20**	542.24

Tabla 11. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.

qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

6.2.4. Asentamientos.

El asentamiento total del suelo es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación, para un esfuerzo de trabajo de 10 kN/m^2 estimado por esta consultoría para la zona de juegos infantiles y gimnasio biosaludable.

a) Asentamientos elásticos.

Los asentamientos han sido calculados basándose en la teoría de Bjerrum, la cual permite obtener los asientos elásticos de la masa de suelo:

$$\mathbf{Se} = \Delta\boldsymbol{\sigma}\mathbf{B}\frac{\mathbf{1}-\boldsymbol{\mu}^{\mathbf{2}}}{\mathbf{Es}}\boldsymbol{I_W}\boldsymbol{\mu_1}\boldsymbol{\mu_2}$$

Dónde:
B: Ancho de la cimentación.
Δσ: Incremento de esfuerzo.
Es: Módulo de elasticidad del suelo.
M: Módulo de poisson.
M_1: Coeficiente en función de la relación H/B y L/B.
μ_2: Coeficiente en función de la relación Df/B.
I_W: Factor de influencia.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

A continuación, se presentan los asentamientos elásticos:

Estructuras	Df (m)	B (m)	L (m)	Es (kN/m2)	μ	qa (kN/m2)	μ1	μ2	Se (mm)
Juegos infantiles	0.10	5.00	6.00	28702	0.30	10.00	0.90	0.35	**0.41**
		2.00	3.00	28702	0.30	10.00	0.90	0.50	**0.23**
Gimnasio biosaludable	0.10	1.00	1.60	28702	0.30	10.00	0.90	0.60	**0.14**
		1.00	2.20	28702	0.30	10.00	0.90	0.60	**0.14**
		1.20	2.00	28702	0.30	10.00	0.90	0.58	**0.16**
		1.90	1.90	28702	0.30	10.00	0.90	0.45	**0.19**

Tabla 12. Asentamientos elásticos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.
M: Módulo de poisson.
Qa: Capacidad de carga admisible.
M_1: Coeficiente en función de la relación H/B y L/B.
μ_2: Coeficiente en función de la relación Df/B.
Es: Módulo de elasticidad del suelo.
Se: Asentamientos elásticos.

b) Asentamientos por consolidación.

El asentamiento por consolidación ha sido calculado con la siguiente metodología:

$$\mathbf{Sc} = \frac{\Delta \mathbf{e}}{\mathbf{1} + \mathbf{e_0}} \mathbf{H}$$

Dónde:
Sc: Asentamiento por consolidación.
Δe: Cambio total de la relación de vacíos.
E_o: Relación de vacíos inicial.
H: Altura del estrato.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

El cambio total de la relación de vacíos (Δe) es calculada con las siguientes ecuaciones:

$$\Delta \mathbf{e} = \mathbf{Cc} * \log \frac{\boldsymbol{\sigma'_o} + \Delta \boldsymbol{\sigma'}}{\boldsymbol{\sigma'_o}} \ (\boldsymbol{para\ arcillas\ normalmente\ consolidadas})$$

$$\Delta \mathbf{e} = \mathbf{Cr} * \log \frac{\boldsymbol{\sigma'_o} + \Delta \boldsymbol{\sigma'}}{\boldsymbol{\sigma'_o}} \ (\boldsymbol{para\ arcillas\ sobreconsolidadas\ con\ \sigma'_o + \Delta\sigma' < \sigma'_C})$$

$$\Delta \mathbf{e} = \mathbf{Cr} * \log \frac{\boldsymbol{\sigma'_C}}{\boldsymbol{\sigma'_o}} + \mathbf{Cc} * \log \frac{\boldsymbol{\sigma'_o} + \Delta \boldsymbol{\sigma'}}{\boldsymbol{\sigma'_c}} \ (\boldsymbol{para\ arcillas\ sobreconsolidadas\ con\ \sigma'_o + \Delta\sigma' < \sigma'_C})$$

Dónde:
σ'_o: Esfuerzo efectivo del suelo.
$\Delta\sigma$: Incremento de esfuerzo por la construcción de la edificación.
$\sigma'c$: Esfuerzo de preconsolidación.
Cc: Índice de compresión.
Cr: Índice de recompresión, se puede asumir entre ¼ y 1/10 del valor del Índice de compresión.

El valor de Cc se estima con la formulación propuesta por Helenelund (Finlandia), para arcillas in situ:

$$Cc = 0.85 * W^{3/2}$$

Dónde:
W: Humedad natural.

A continuación, se presentan los resultados de los asentamientos por consolidación:

Estructuras	Df (m)	B (m)	L (m)	Sc (mm)
Juegos infantiles	0.10	5.00	6.00	**0.90**
		2.00	3.00	**0.31**
		1.20	2.00	**0.33**
		1.90	1.90	**1.17**

Tabla 13. Asentamientos por consolidación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Sc: Asentamiento por consolidación.

Nota: las dimensiones no incluidas en la Tabla 13 corresponden a losas que no presentan asentamientos por consolidación.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

c) Asentamiento total.

Es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación, los valores obtenidos se muestran a continuación:

Estructuras	Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
Juegos infantiles	0.10	5.00	6.00	0.41	0.90	**1.31**
		2.00	3.00	0.23	0.31	**0.54**
Gimnasio biosaludable	0.10	1.00	1.60	0.14	0.00	**0.14**
		1.00	2.20	0.14	0.00	**0.14**
		1.20	2.00	0.16	0.33	**0.50**
		1.90	1.90	0.19	1.17	**1.36**

Tabla 14. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.

L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

6.3. Cimentación cancha polideportiva.

De acuerdo con la tipología de la estructura se recomienda transmitir las cargas a través de una losa de cimentación.

6.3.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo.

El análisis se realizará para una losa de 21.00 m de ancho x 32.00 m de largo.

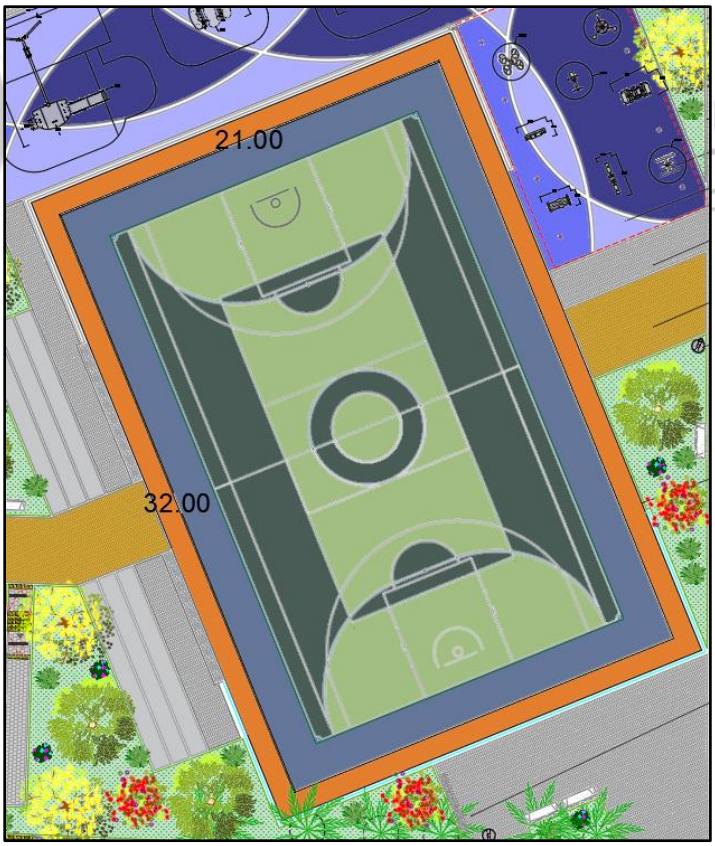


Figura 17. Dimensiones de la cancha.
Fuente: Plano suministrado por el solicitante.

6.3.2. Profundidad de apoyo.

La cimentación descansará a 0.10 m de profundidad sobre el mejoramiento descrito en el numeral 6.1.1, como se muestra en la siguiente figura:

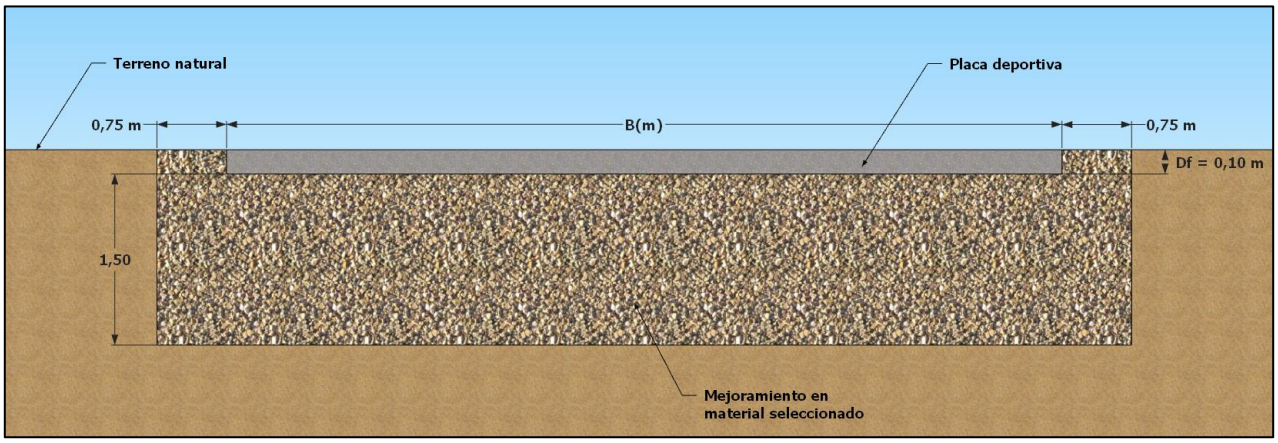


Figura 18. Esquema de la cimentación propuesta.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6.3.3. Juntas de contracción.

La cancha deportiva a construir es de 21.00 m de ancho y 32.00 m de largo, se realizarán juntas de contracción de longitud entre 20 a 30 veces el espesor de la losa y se debe cumplir con una relación de esbeltez (largo/ancho) menor a 1.25.

e losa (m)	L mínimo (m)	L máximo (m)
0.10	2.00	3.00

Tabla 15. Longitud tentativa de las juntas de contracción.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Con el rango de variación de la longitud de las juntas se plantea lo siguiente:

Lado corto de la cancha 21.00 m: 9 losas a 3.00 m.
Lado largo de la cancha de 32.00 m: 9 losas a 3.00 m y 2 losas de 2.50 m.

Como se muestra en la siguiente figura:

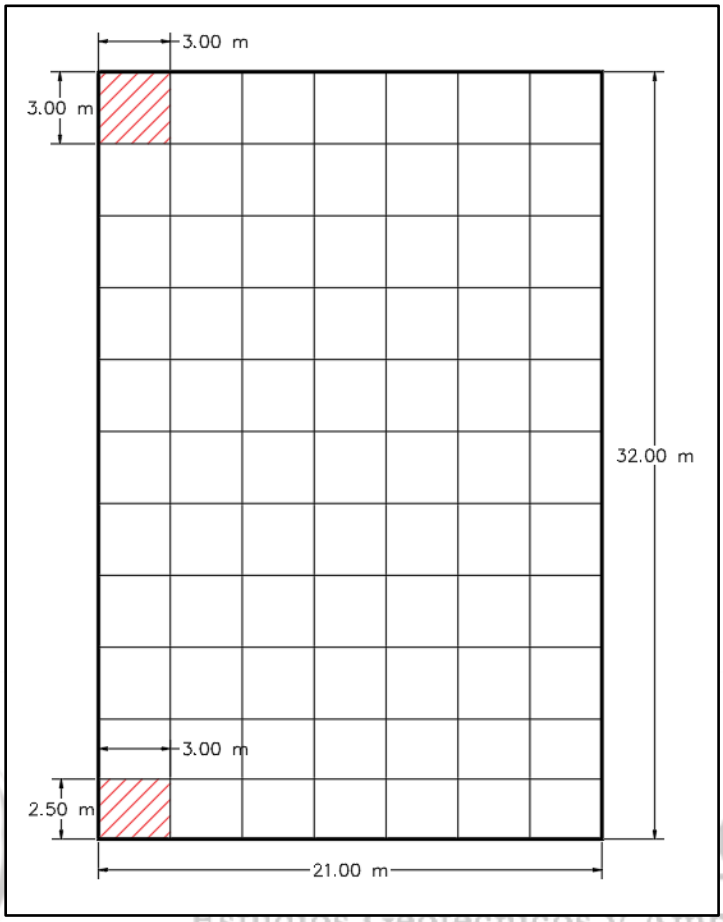


Figura 19. Esquema de las juntas de contracción de la cancha.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

De la distribución se obtienen 2 losas tipo las cuales se resaltan en la figura anterior, al realizar el chequeo de la relación de esbeltez con las dimensiones anteriores se tiene:

1: $\frac{3.00}{3.00} = 1.10$ y **2:** $\frac{3.00}{2.50} = 1.20$

En ambos casos, las losas cumplen con el requisito de la relación de esbeltez.

6.3.4. Junta de expansión.

Se deben construir juntas de expansión de 1.50 cm separadas del borde perimetral de la cancha. Además, se debe emplear bordillo de confinamiento para cambios de material y se ubicará a lo largo del perímetro de las canchas.

6.3.5. Sello de las juntas.

Se debe realizar utilizando un sellante líquido o pastoso.

6.3.6. Capacidad de carga.

Se estima la capacidad de carga utilizando la metodología descrita en el numeral 6.1.3 inciso a. Se calcula para las losas tipicas que resultaron al distribuir las juntas de expansion, es decir, losas de 3.00 x 3.00 m y 2.50 x 3.00 m. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa	Carga P
			(kN/m2)	(kN)
0.10	2.50	3.00	**171.93**	1289.46
0.10	3.00	3.00	**176.25**	1586.26

Tabla 16. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

6.3.7. Asentamientos.

La metodología es descrita en el numeral 6.1.4, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
0.10	2.50	3.00	0.22	0.44	**0.66**
0.10	3.00	3.00	0.23	0.54	**0.77**

Tabla 17. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.

Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los valores obtenidos se consideran tolerables según los límites establecidos por la NSR-10.

6.4. Cimentación para el cerramiento.

Con base en la información suministrada se proyecta la construcción de un cerramiento perimetral para la cancha deportiva tal como se evidencia en la siguiente figura:

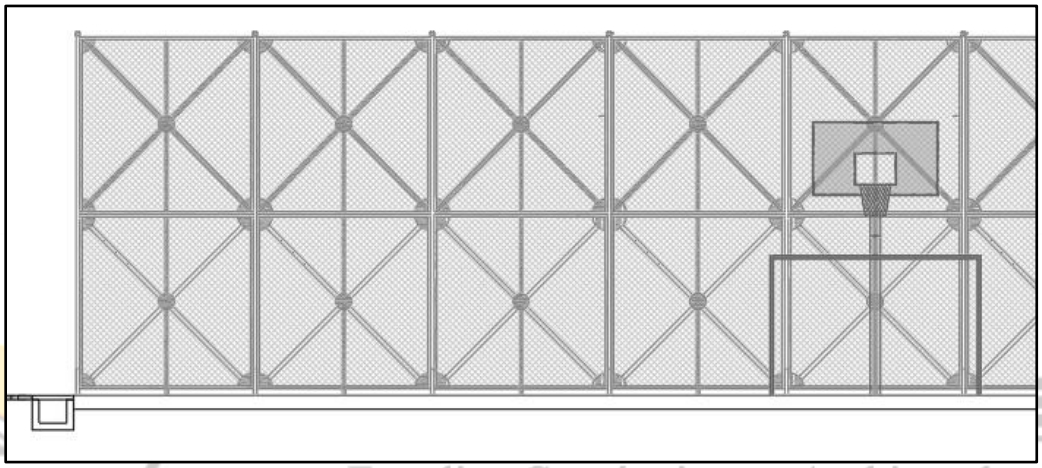


Figura 20. Esquema del cerramiento.
Fuente: Suministrado por el contratista.

6.4.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo.

Se realiza el análisis para hallar la capacidad de carga considerando cimientos corridos, realizando una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el ancho del cimiento cada 0.05 m, para valores comprendidos entre 0.30 y 0.40 m, y para 6.00 m de longitud.

Los cimientos corridos serán desplantados a 1.00 m de profundidad, anclados al terreno natural utilizando pilotes preexcavados, analizando pilotes de 0.30 y 0.40 m de diámetro y 2.00 m de longitud.

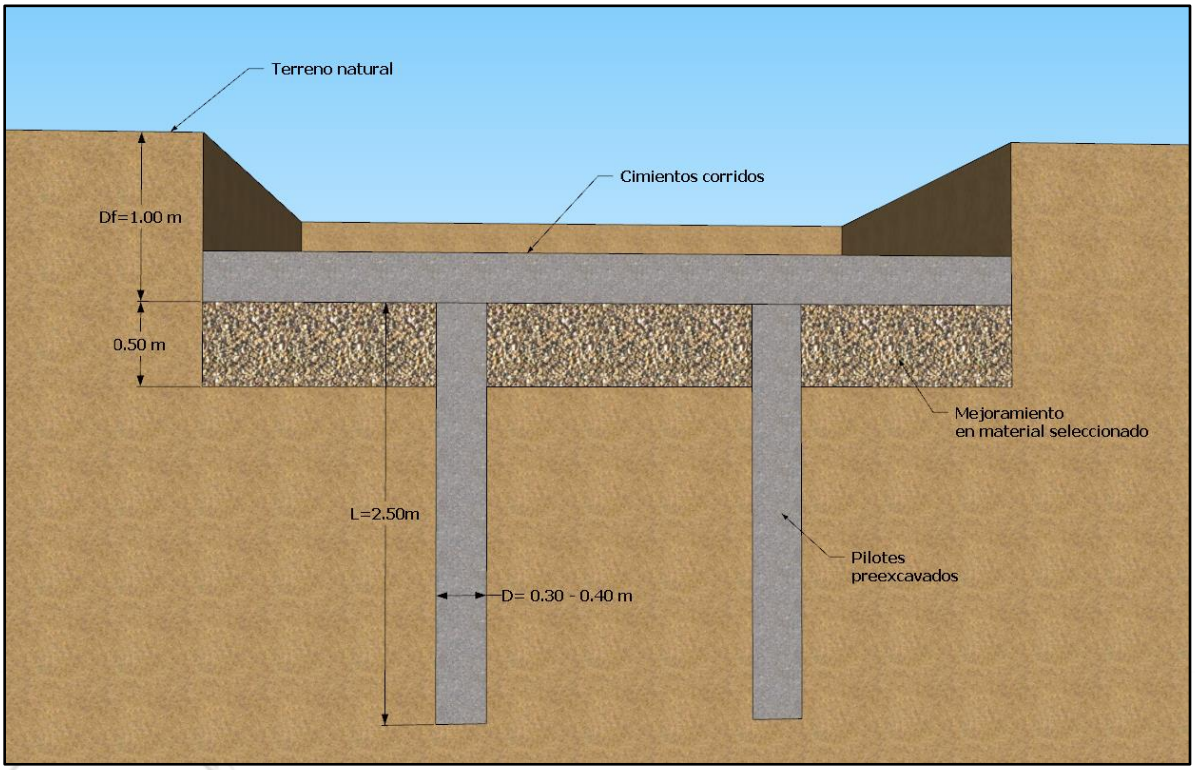


Figura 21. Esquema del cerramiento.
Fuente: Suministrado por el contratista.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

6.4.2. Capacidad de carga.

Se estima la capacidad de carga al nivel de desplante utilizando la metodología descrita en el numeral 6.1.3, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa (kN/m2)	Carga P (kN)
1.00	0.30	6.00	**225.46**	405.83
1.00	0.35	6.00	**223.16**	468.64
1.00	0.40	6.00	**220.93**	530.24

Tabla 18. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.
P: Carga máxima admisible.

6.4.3. Asentamientos.

La metodología es descrita en el numeral 6.1.4, los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	0.30	6.00	1.18	4.82	**6.00**
1.00	0.35	6.00	1.38	5.43	**6.81**
1.00	0.40	6.00	1.58	8.67	**10.25**

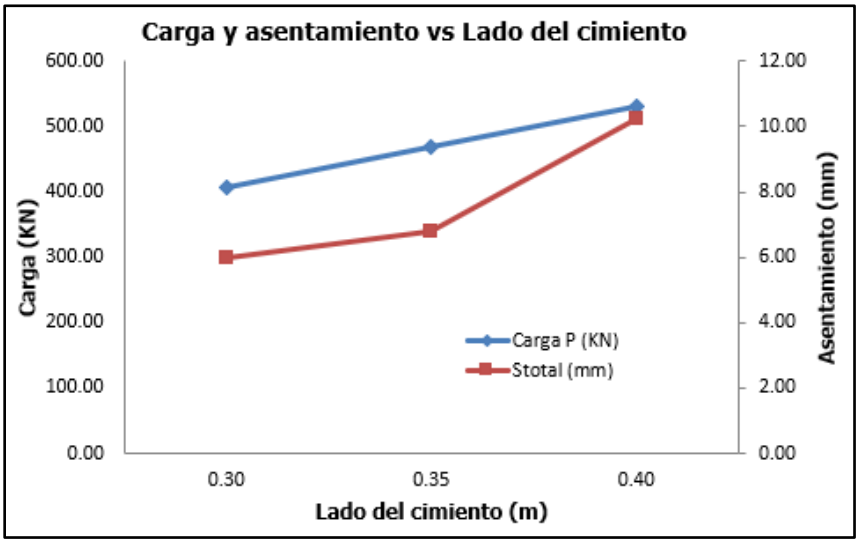
Tabla 19. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

6.4.4. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento).

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.



Gráfica 11. Carga y asentamiento para zapatas de lado variable.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6.4.5. Pilotes de anclaje.

a) Capacidad de carga vertical pilotes.

La capacidad de carga admisible es calculada para pilotes actuando por fricción, por el método (α) para suelos de grano fino y el método (β) para suelos de grano grueso, empleando un factor de seguridad de 2.00.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Método α, aplica para suelos arcillosos blandos y saturados, es decir, normalmente consolidados. La formulación del método se resume así:

$$\mathbf{Qs = \pi d\left(\frac{K}{ko}\right)\int_0^L \alpha(z) * Su(z) * dz \ \ Metodo\ \alpha}$$

Dónde:
d: Diámetro del pilote.
K/ko: Factor de tierra; depende del método constructivo, 0.70 para pilotes preexcavados.
α: Factor de cohesión, el cual se calcula como el cociente entre Ca (adherencia) y Su (Cohesión).
Su: Cohesión.
Z: Profundidad.

Método β, aplica para el resto de los suelos, excepto los contemplados en el método α. La formulación del método se resume así:

$$\mathbf{Qs} = \pi \mathbf{d}\left(\frac{\mathbf{K}}{\mathbf{ko}}\right)\int_{0}^{L} \boldsymbol{\beta}(\mathbf{z}) * \boldsymbol{\sigma'_v}(\mathbf{z}) * \mathbf{dz}\ \ \boldsymbol{Metodo}\ \boldsymbol{\beta}$$

d: Diámetro del pilote.
K/ko: Factor de tierra, depende del método constructivo, 0.70 para pilotes preexcavados.
β: Coeficiente de rozamiento suelo-pilote, obtenido en función del ángulo de fricción del suelo.
σ': Esfuerzo efectivo.
Z: Profundidad.

A continuación, se muestran los resultados para los pilotes de los diámetros analizados:

Capacidad de carga por fricción		
Diámetro (m)	0.30	0.40
Longitud (m)	2.50	2.50
Qsa (kN)	**13.73**	**18.30**

Tabla 20. Capacidad de carga por fricción.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
Qsa (kN): Capacidad de carga admisible del pilote.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

La capacidad de carga por fricción de los pilotes es igual a la capacidad de carga total de los mismos.

b) Asentamiento del pilote individual.

Este asentamiento se estima para pilotes actuando por fricción, como la suma del acortamiento elástico por el material del pilote y por carga por fricción:

$$\boldsymbol{Se} = \boldsymbol{Se}_{(1)} + \boldsymbol{Se}_{(2)} + \boldsymbol{Se}_{(3)}$$

Dónde:
Se: Asentamiento total elástico del pilote.
Se $_{(1)}$: Asentamiento del fuste del pilote.
Se $_{(2)}$: Asentamiento causado por la carga por punta, en este caso no se considera capacidad de carga por punta, por lo que este valor es 0.
Se $_{(3)}$: Asentamiento causado por la carga por fricción.

- Determinación de Se (1):

$$Se_{(1)} = \frac{(Qwp + \xi Qws)L}{ApEp}$$

Dónde:
Qwp: Carga por punta.
Qws: Carga por fricción.
Ap: Área de la sección transversal.
L: Longitud.
Ep: Modulo de elasticidad del material del pilote.

- Determinación de Se (3):

$$Se_{(3)} = \left(\frac{Qws}{pL}\right)\frac{D}{Es}(1 - \mu^2)Iws$$

Dónde:
p: Perímetro.
L: Longitud.
Iws: Factor de influencia.

$$Iws = 2 + 0.35\sqrt{\frac{L}{D}}$$

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Diámetro (m)	0.30	0.40
Longitud (m)	2.50	2.50
$S_{e\,(1)}$ (mm)	0.02	0.02
$S_{e\,(3)}$ (mm)	0.18	0.22
$S_{e\,(T)}$ (mm)	**0.20**	**0.24**

Tabla 21. Asentamientos individuales.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Se $_{(1)}$: Asentamiento debido al acortamiento elástico del material del micropilote.
Se $_{(2)}$: Asentamiento por carga por punta.
Se $_{(3)}$: Asentamiento por carga por fricción.
Se$_{(T)}$: Asentamiento total.
A continuación, se procede a hacer la revisión de la fuerza pasiva actuante sobre ellos.

$$P_p = \frac{1}{2}\gamma KpH^2$$

Dónde:

P_p= presión en estado pasivo.

γ= peso específico del suelo.

$$K_p = Tan^2\left(45 + \frac{\emptyset}{2}\right)$$

Los resultados obtenidos se presentan a continuación:

γ (kN/m³)	17.19
ϕ	0
H (m)	2.50
Kp	1.00
Pp (kN/m)	**53.70**

Tabla 22. Resultados presión pasiva de tierra.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

La presión pasiva del suelo sobre el ancla proyectada es de 53.70 kN/m.

6.5. Cimentación para gradería.

Se recomienda el uso de cimientos aislados de sección cuadrada fuertemente rigidizados por vigas de cimentación.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

6.5.1. Dimensión de los cimientos.

Se realiza una sensibilización numérica de la capacidad de carga con base en la geometría de la cimentación, para ello se harán cálculos variando el lado del cimiento cada medio metro, para valores comprendidos entre 1.00 y 3.00 m.

6.5.2. Profundidad de apoyo.

La cimentación será desplantada a 1.00 m de profundidad medidos respecto al nivel de terreno natural sobre el mejoramiento descrito en el numeral 6.1.1.

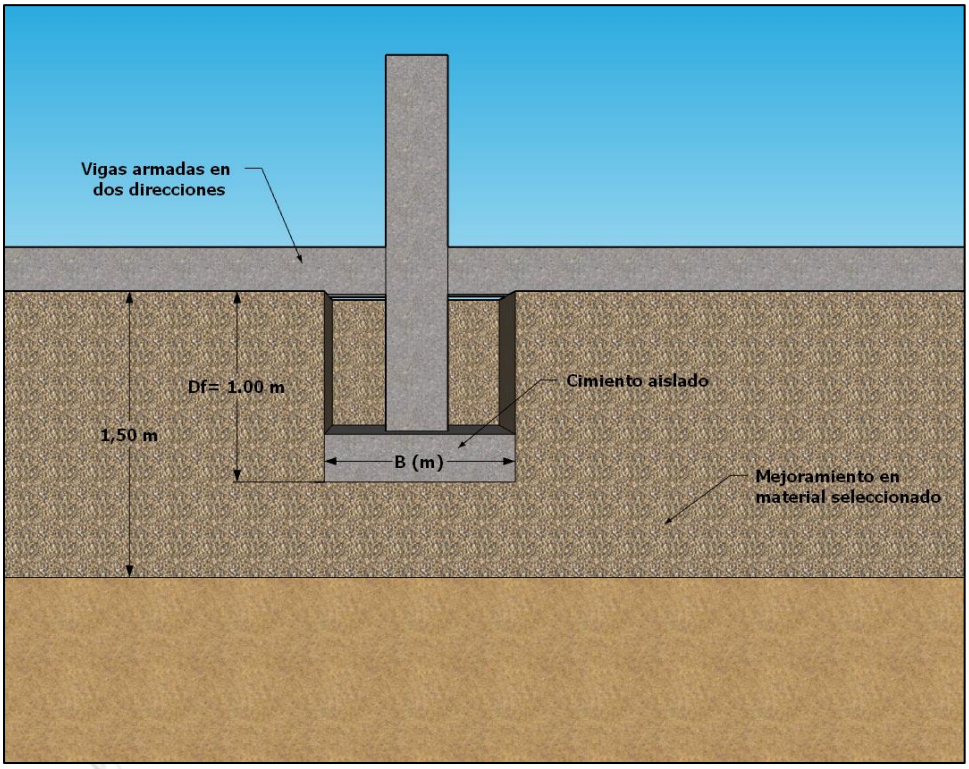


Figura 22. Esquema de cimentación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

6.5.3. Capacidad de carga.

La metodología utilizada es descrita en el numeral 6.1.3. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	qa	Carga P
			(kN/m2)	(kN)
1.00	1.00	1.00	**193.14**	193.14
1.00	1.50	1.50	**186.27**	419.11
1.00	2.00	2.00	**176.63**	706.51
1.00	2.50	2.50	**170.84**	1067.76
1.00	3.00	3.00	**154.14**	1387.25

Tabla 23. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
qa: Capacidad de carga admisible.

P: Carga máxima admisible.

6.5.4. Asentamientos.

La metodología utilizada es descrita en el numeral 6.1.4 y es calculado como la suma de los asentamientos elásticos y los asentamientos por consolidación para las capacidades de carga de cada cimiento, los valores obtenidos se muestran a continuación:

Df (m)	B (m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
1.00	1.00	1.00	2.74	3.97	**6.70**
1.00	1.50	1.50	3.79	6.05	**9.84**
1.00	2.00	2.00	4.47	7.63	**12.10**
1.00	2.50	2.50	4.24	9.03	**13.27**
1.00	3.00	3.00	4.75	9.67	**14.42**

Tabla 24. Asentamiento total.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

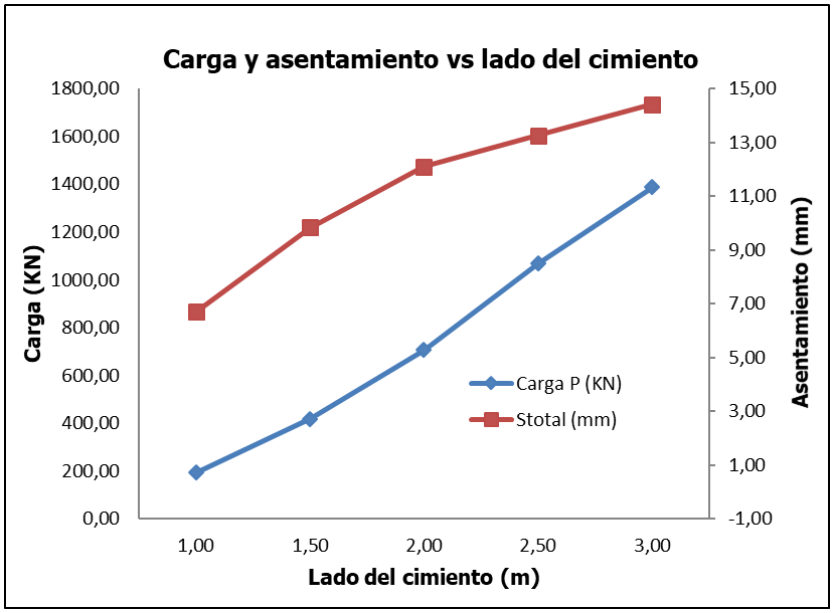
Dónde:
Df: Profundidad de apoyo.
B: Ancho del cimiento.
L: Longitud del cimiento.
Se: Asentamientos elásticos.
Sc: Asentamientos por consolidación.
S total: Asentamientos total.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Los asentamientos se consideran satisfactorios debido a que son inferiores al valor máximo dado en el título H de la NSR-10, es decir, 150 mm para construcciones entre medianeros siempre y cuando no se afecten las construcciones vecinas.

6.5.5. Comportamiento P (carga) vs St (Asentamiento).

En la siguiente gráfica se representa el comportamiento de las cargas y los asentamientos para los cimientos, según su geometría.



Gráfica 12. Carga y asentamiento para zapatas de lado variable.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6.5.6. Módulo de reacción horizontal y vertical.

Los módulos de reacción vertical y horizontal del subsuelo, se presentan a continuación:

Profundidad (m)	Kv (kN/m^3)	Kh (kN/m^3)
1.00	65738	43825
2.00	59889	39926
4.00	80875	53917
6.00	86495	57663

Tabla 25. Módulos de reacción vertical y horizontal del subsuelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6.6. Senderos peatonales y andenes.

Para la zona de senderos peatonales y andenes, se recomienda que los adoquines se apoyen sobre una la capa de arena de 0.05 m de espesor y un mejoramiento de 0.50 m de espesor correspondiente a material seleccionado, el cual debe cumplir con los requisitos dados en el numeral 5.2.1.

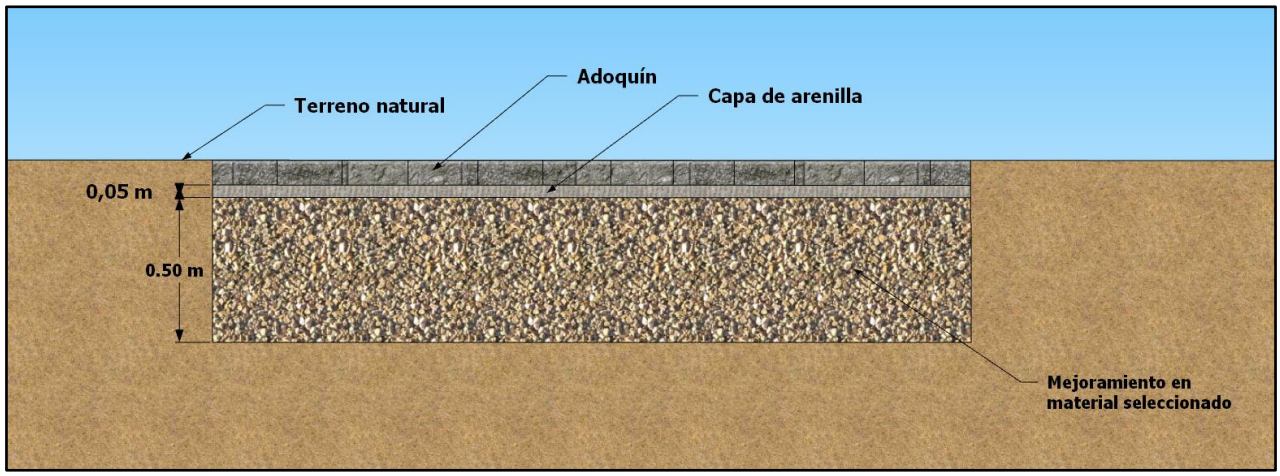


Figura 23. Esquema de los andenes.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Para los senderos peatonales se utilizará gramoquín y se mantendrán las mismas condiciones previamente establecidas, añadiendo abono orgánico o tierra negra necesaria para el crecimiento de las semillas de pasto. Después de la instalación del gramoquín, se aplicará una primera capa de abono orgánico, cubriendo aproximadamente la mitad del espesor del gramoquín. Sobre esta primera capa de abono, se esparcirán uniformemente las semillas de pasto. Finalmente, se cubrirán las semillas con una segunda capa de abono, asegurándose de que esta capa sea lo suficientemente ligera para no sofocar las semillas, pero adecuada para proporcionar los nutrientes necesarios para su germinación.

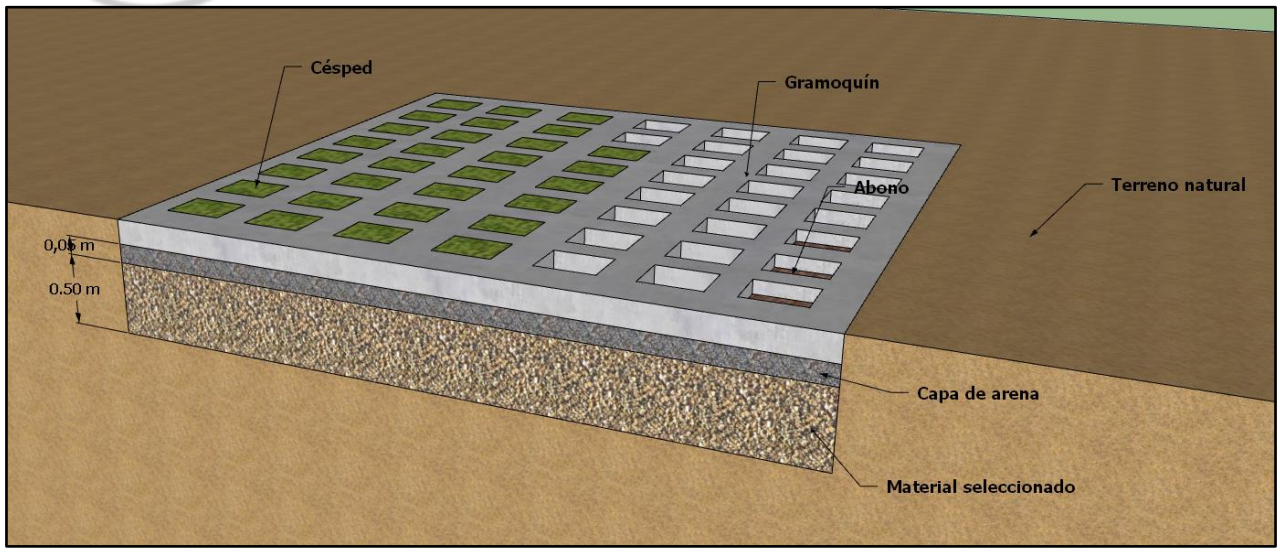


Figura 24. Esquema de los senderos peatonales.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

6. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA LA ZONA DE PARQUEO.

Teniendo en cuenta las condiciones de la zona de parqueo, que tiene 3 puestos disponibles como se muestra en la siguiente figura:

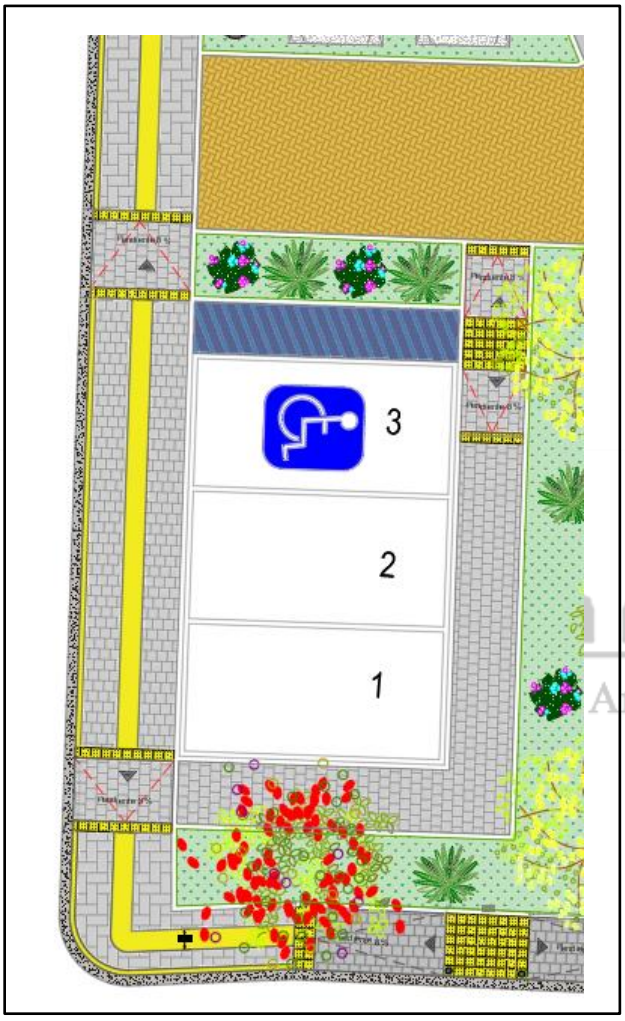


Figura 25. Zona de parqueo.
Fuente: Suministrado por el contratista.

Se utiliza para el diseño el procedimiento simplificado de diseño para el caso en que no se disponga de datos sobre distribución de cargas por eje.

Este método se ha desarrollado para para abordar escenarios donde no se disponga de información precisa sobre el deterioro debido a la fatiga o la erosión, ni se cuente con la distribución de cargas por eje obtenida a partir de pesajes confiables. La Asociación de

Cemento Portland (PCA) ha preparado tablas de diseño simplificadas basadas en distribuciones típicas de cargas por eje para diferentes tipos de vías. Estas tablas permiten diseñar pavimentos sin necesidad de tener información detallada sobre las cargas de tránsito esperadas.

6.1. Pasos a seguir en el diseño.

6.1.1. Elegir la categoría de carga por eje

Para el diseño de la zona de parqueo, se seleccionó la Categoría 1. Esta categoría es la más adecuada debido a que el estacionamiento clasifica como una instalación con un tránsito bajo a medio.

Tabla 6.12
Categorías de carga por eje

Categorías de carga por eje	Descripción	Tránsito			Máximas cargas por eje (KN)	
		TPD	TPDC			
			%	Diario	Ejes simples	Ejes tándem
1	- Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio).	200 - 800	1 -3	hasta 25	98	160
2	- Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (alto). - Calles, arterias y carreteras primarias (bajo).	700 - 5000	5 - 18	40 - 1000	115	195
3	- Calles arterias, y carreteras primarias (medio). - Vías expresas y autopistas urbanas e interestatales (bajo a medio).	3000 - 12000 (2 carriles) 3000 -50000+ (4 carriles o más)	8 - 30	500 -5000+	133	230
4	- Calles arterias, carreteras primarias y vías expresas (alto). - Autopistas urbanas e interestatales (medio a alto).	3000 - 20000 (2 carriles) 3000 -150000 (4 carriles o más)	8 - 30	1500 -8000+	151	267

* Los términos bajo, medio y alto se refieren a los pesos relativos de las cargas por eje, para el tipo de calle o carretera considerada; esto es, "bajo" para una autopista interestatal puede representar cargas mucho más pesadas en una carretera secundaria.

Tabla 26. Categoría de carga por eje.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

Nota: *La anterior tabla considera factores de seguridad de carga de 1.0, 1.1 y 1.2 para las categorías 1, 2, 3 y 4, respectivamente. Los datos están preparados para un periodo de diseño de 20 años.*

6.1.2. Determinar la resistencia del Conjunto Subrasante-Subbase

La resistencia se describe con términos como bajo, medio, alto y muy alto, relacionados aproximadamente con los valores reales del módulo de reacción, como se muestra en la Tabla 31. Al usar subbase, se debe considerar el incremento del módulo K con la ayuda de la Tabla 29.

Para ello primero se deben calcular los siguientes parámetros:

a) Capacidad de soporte de diseño.

Para la evaluación del subsuelo del proyecto se realizaron dos (2) ensayos de CBR inalterados en el terreno natural, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

N Prueba	Tipo	CBR humedad natural	CBR sumergido
1	Inalterado	2.07%	1.20%
2	Inalterado	2.21%	1.28%

Tabla 27. Resultados ensayos de CBR inalterado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

El análisis del CBR de diseño se realizará aplicando la siguiente metodología para su selección: cuando se tengan menos de 5 resultados, se recomienda tomar el menor valor de resistencia, cuando se tengan 5 resultados o más, se pueden usar otros métodos por ejemplo por el criterio de la media o del Instituto de Asfalto. (Sánchez Sabogal Fernando, Modulo 6: Evaluación de la subrasante).

De acuerdo con lo anterior se establece que el CBR de diseño es igual a 1.20%, utilizando el CBR sumergido con el objetivo de contemplar el escenario más desfavorable al cual puede llegar a ser sometida la estructura, es decir, un nivel de saturación del suelo de subrasante.

b) Mejoramiento de la subrasante.

De acuerdo con el "Manual de diseño de pavimentos de concreto para vías con bajos, medios y altos volúmenes de tránsito" para subrasantes con CBR menores a 2%, se requieren tratamientos especiales como la sustitución de los materiales inadecuados. Sin embargo, con el fin de asegurar una buena superficie de trabajo en campo, se recomienda realizar un mejoramiento del suelo cuando se tengan valores menores a 5%, con este valor se asegura un módulo resiliente del terreno de fundación igual a 50 Mpa.

Para estimar el mejoramiento se debe obtener el valor K de la subrasante mejorada y se calcula el módulo de elasticidad mediante la ecuación de Ivanov:

$$E_{cc} = \frac{E_s}{1 - \frac{2}{\pi}\left[1 - \frac{1}{n^{3.5}}\right] * arctang\left[n * \frac{h_m}{2a}\right]}$$

$$n = \left[\frac{E_m}{E_s}\right]^{1/2.5}$$

Dónde:
a: Radio de la huella (mm).
Es: Módulo de la subrasante (Kg/cm^2).
hm: Espesor del reemplazo (cm), se tantea hasta que se tenga un espesor tal que el CBR sea mayor al 5%.
Em: Módulo del material de mejoramiento (Kg/cm^2).
Ecc: Módulo del sistema combinado (Kg/cm^2).
El módulo del mejoramiento se calcula con la siguiente formulación:

$$Ei = 130 * CBR^{0.714}$$

A continuación, se estima el espesor del mejoramiento y el CBR de la subrasante mejorada:

a (mm)	10.80
ES (Kg/cm2)	148.07
hm (cm)	**30.00**
Em (Kg/cm2)	673
Ecc (Kg/cm2)	448.93
CBR subrasante (%)	**1.20**
n	1.83
CBR subrasante mejorada %	**5.7**

Tabla 28. Cálculos para el mejoramiento de la subrasante.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Dónde:
a: Radio de la huella (cm).
Es: Módulo de la subrasante (Kg/cm2).
hm: Espesor del reemplazo (cm), se tantea hasta que se tenga un espesor tal que el CBR sea mayor al 5%.
Em: Módulo del material de mejoramiento (Kg/cm2).
Ecc: Módulo del sistema combinado (Kg/cm2).

Se recomienda el uso de un mejoramiento correspondiente a material seleccionado de 0.30 m de espesor, con el cual se obtiene un CBR de la subrasante mejorada igual a 5.70%.

Debido a que el suelo es potencialmente expansivo, es necesario aumentar el espesor del material utilizado para construir sobre él. Esto se hace para contrarrestar las fuerzas que pueden causar el hinchamiento del suelo. En este caso, se debe añadir un espesor adicional de 1.40 m del material seleccionado.

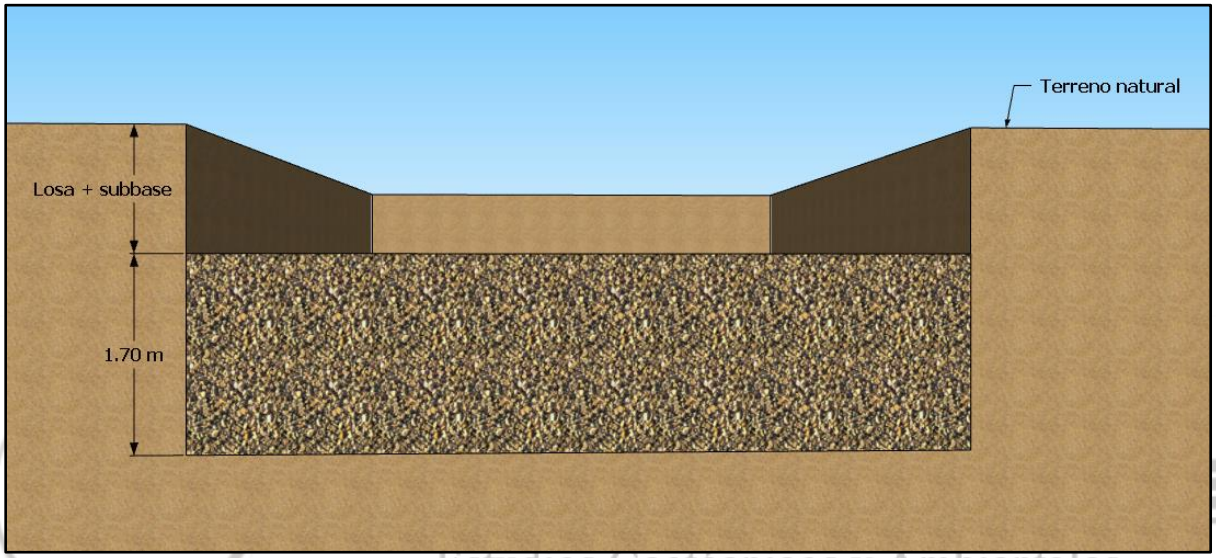
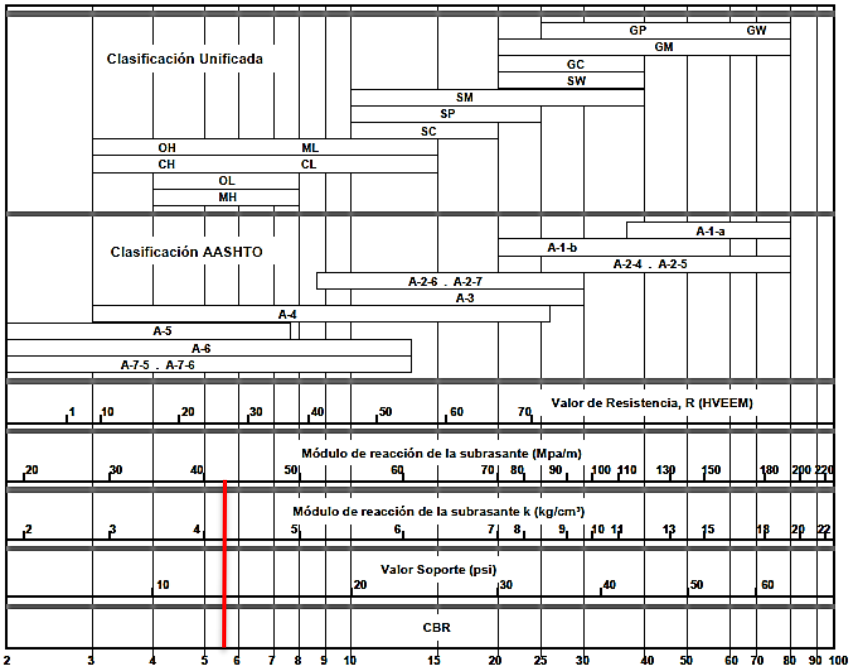


Figura 26. Mejoramiento a realizar.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, con ayuda de la herramienta SketchUp.

c) Módulo de reacción de la subrasante.

La resistencia de la subrasante se mide en términos del módulo de reacción (K), determinado por pruebas de placa directa, sin embargo, teniendo en cuenta que estas pruebas son de difícil consecución en la zona del proyecto, el valor K se estima con pruebas más sencillas como el CBR, de acuerdo con la siguiente tabla:



Gráfica 13. Relación aproximada entre la clasificación del suelo y los valores de CBR y K. Fuente: Juárez Badillo. E. y Rico, A. Mecánica de suelo, Tomo 1; Fundamentos de la mecánica de suelos, U.N.A.M, México, 1969, 3ª. Edición.

Nota: *Este procedimiento es válido puesto que no es necesario, el conocimiento del valor exacto del módulo K, debido a que variaciones no muy grandes de su magnitud prácticamente no afectan los espesores de pavimento requerido.*

Para el CBR de diseño igual a 5.70% se obtiene un valor de módulo de reacción igual a 43 Mpa/m.

d) Módulo de reacción del Soporte K combinado (Subrasante – Subbase).

Para lograr un apoyo más uniforme y controlar futuros problemas de bombeo del pavimento, se recomienda la colocación de una capa de sub-base.

A partir de la siguiente tabla se adoptará un valor de Módulo de reacción (K) del conjunto sub-base/subrasante que regirá los diseños teniendo en cuenta el módulo de reacción sobre la subrasante.

Efecto de la sub-base granular sobre los valores de K				
Valor de K para sub-rasante	Valor de K para la sub-base combinada (Mpa/m)			
	100 mm	150 mm	225 mm	300 mm
20	23	26	32	38
40	45	49	57	66
60	64	66	76	90
80	87	90	100	117

Tabla 29. Efecto de la subbase granular sobre los valores de K.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

Nota: *La compactación de la capa de subbase en el terreno debe ser tal que se garantice un incremento mínimo de la densidad luego de poner en funcionamiento el pavimento, por tanto, se exigirá un porcentaje de compactación cuando menos del 100% de la máxima densidad seca obtenida en un ensayo de Próctor Modificado.*

Para este diseño se contemplará la utilización de subbase granular con espesor de 200 mm. Con el módulo de reacción K de la subrasante igual a 43 Mpa/m, se estima el K combinado en función del espesor tentativo de subbase, el cual se muestra a continuación:

K de la subrasante (Mpa/m)	Espesor sub-base (mm)	K combinada subrasante – sub-base (Mpa/m)
43	200	57.1

Tabla 30. Valor obtenido de K combinado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Nota: *La subbase granular debe cumplir con los requisitos dados por el INVIAS artículo 320-22.*

En base al valor obtenido de K combinado de la Tabla 30, se procede a consultar la Tabla 31 para determinar el tipo de soporte subrasante-subbase que regirá el diseño del pavimento para el estacionamiento:

Tabla 6.13 Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k		
Tipo de suelo	**Soporte**	**Rango de valores k MPa/m**
Suelos de grano fino, en los que predominan partículas del tamaño del limo y la arcilla	Bajo	20-34
Arenas y mezclas de grava y arena con cantidades moderadas de limo y arcilla.	Medio	35-49
Arenas y mezclas de grava y arena relativamente libres de finos plásticos.	Alto	50-60
Subbases tratadas con cemento.	Muy alto	70-110

Tabla 31. Tipos de suelos de subrasante y valores aproximados de k.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

De acuerdo con el módulo de reacción combinado se tiene un soporte alto.

6.1.3. Determinar el Módulo de rotura del concreto.

Este parámetro es considerado por el criterio de fatiga, es decir, el control del agrietamiento de las losas como consecuencia de la acción repetida de las cargas generadas por el tráfico. La resistencia a la flexión considerada en la metodología es determinada mediante ensayo de módulo de rotura sobre vigas de 15x15x75cm cargadas en los tercios de la luz luego de 28 días de curado.

Para la modelación realizada sobre la estructura se ha considerado un concreto hidráulico (INVIAS-2013, Articulo 500) con módulo de rotura MR de 38.00 de Kg/cm^2.

6.1.4. Determinar el espesor necesario de las losas.

Para calcular el espesor de la losa del pavimento del estacionamiento, se utiliza la Tabla 32 que proporciona los espesores adecuados únicamente para la Categoría de carga por eje 1, determinada anteriormente. Dado que las bermas no son habituales en los estacionamientos, se elige la subcategoría "Sin berma o sardinel de concreto". Considerando que el soporte de la subrasante es de tipo Alto y el módulo de rotura del concreto es de 3.8 MPa, se consulta la tabla para obtener el espesor requerido. El resultado indica que se necesitará una losa con un espesor de 160 mm para el estacionamiento.

Tabla 6.14
TPD-C Admisible – categoría 1 de carga por eje pavimentos con juntas de trabazón de agregados (sin pasadores)

	Sin berma o sardinel de concreto				Con berma o sardinel de concreto			
	Espesor de losa (mm)	Soporte subrasante -subbase (MPa/m)			Espesor de losa (mm)	Soporte subrasante -subbase (MPa/m)		
		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)		Bajo (20-34)	Medio (35-49)	Alto (50-60)
MR = 4.4 MPa	120 130 140	 0.2 2	0.1 1 11	0.3 4 33	100 110 120	 0.3 4	0.1 2 21	0.4 6 60
	150 160 170	18 110 500	77 407	210	130 140	38 240	160	410
MR = 4.1 MPa	130 140 150	 0.4 4	0.2 2 19	0.7 8 54	110 120 130	 0.8 9	0.3 5 41	1 15 110
	160 170 180	27 140 600	110 530	290	140 150	65 360	260	650
MR = 3.8 MPa	140 150 160	0.1 0.7 5	0.4 4 26	1 12 72	110 120 130	 0.1 2	 0.8 9	0.2 3 26
	170 180	32 150	130 570	350	140 150 160	14 90 430	63 340	170

Notas:
1. El análisis de fatiga controla el diseño.
2. Un valor fraccional de TPD-C indica que el pavimento puede soportar un mínimo ilimitado de automóviles y camiones de 2 ejes y 4 llantas, pero solo unos pocos camiones pesados por semana (TPDVC de 0.3 X 7 días = 2.1, indica dos camiones pesados por semana).

Tabla 32. TPD-C Admisible- Categoría 1.
Fuente: Canadian Portland Cement Association. Thinckness Design for Concrete Hoghway and Street Pavements.

Siendo así, la estructura de pavimento recomendada se resume a continuación:

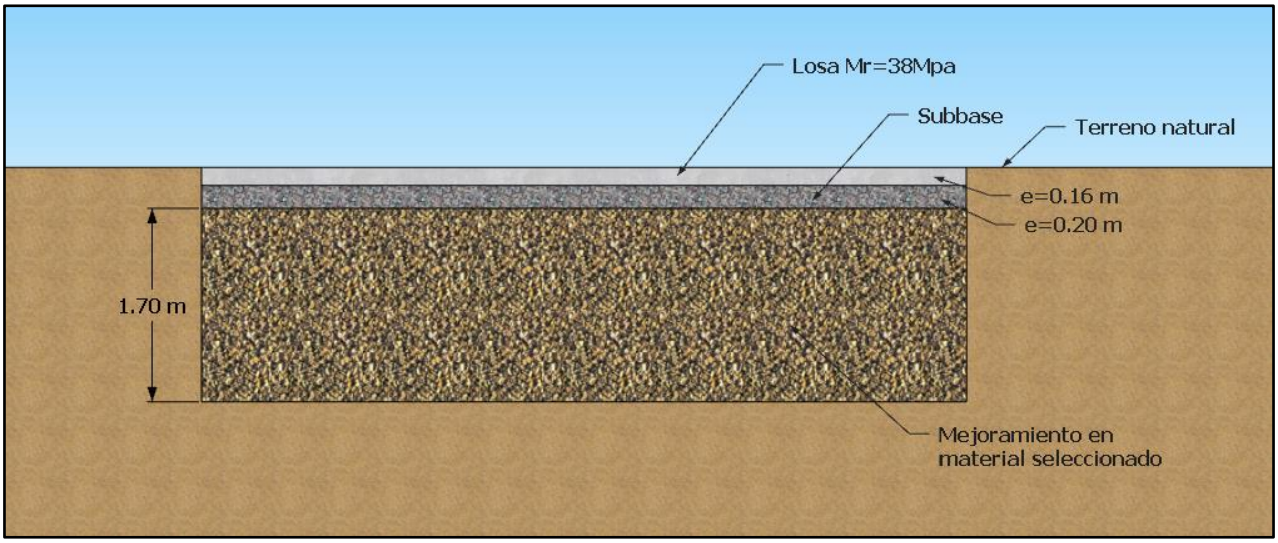


Figura 27. Estructura de pavimento con dimensiones tolerables y acero de refuerzo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría, con ayuda de la herramienta SketchUp.

Nota: *En la Tabla 32, no se considera la presencia de juntas con pasadores, dado el bajo volumen de tránsito involucrado; sin embargo, debe tenerse en cuenta que donde no se usen los pasadores, el espaciamiento entre juntas debe reducirse.*

En caso de elegir el uso de pasadores se recomienda las siguientes dimensiones:

Pasadores de carga				
fy (KSI)	**Espesor del pavimento (mm)**	**Diámetro del pasador (pulg)**	**Longitud total (mm)**	**Separación entre centros (mm)**
60	160	7/8	350	300

Tabla 33. Resumen características de los pasadores de carga.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

7. RECOMENDACIÓN SOBRE PLACA EXISTENTE.

Como se observa en la siguiente figura, en el área del proyecto existía una cancha de concreto con dimensiones de 18.00 x 32.00 m. Esta losa fue conservada y posteriormente se colocó sobre ella un material de relleno. El relleno presenta variaciones en su altura presentando zonas con alturas variables de relleno entre 0.15 y 0.60 m, tal como se observa en el perfil mostrado en la figura 30 tomada de la topografía realizada.



Figura 28. Visualización de la cancha deportiva en la zona del proyecto.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

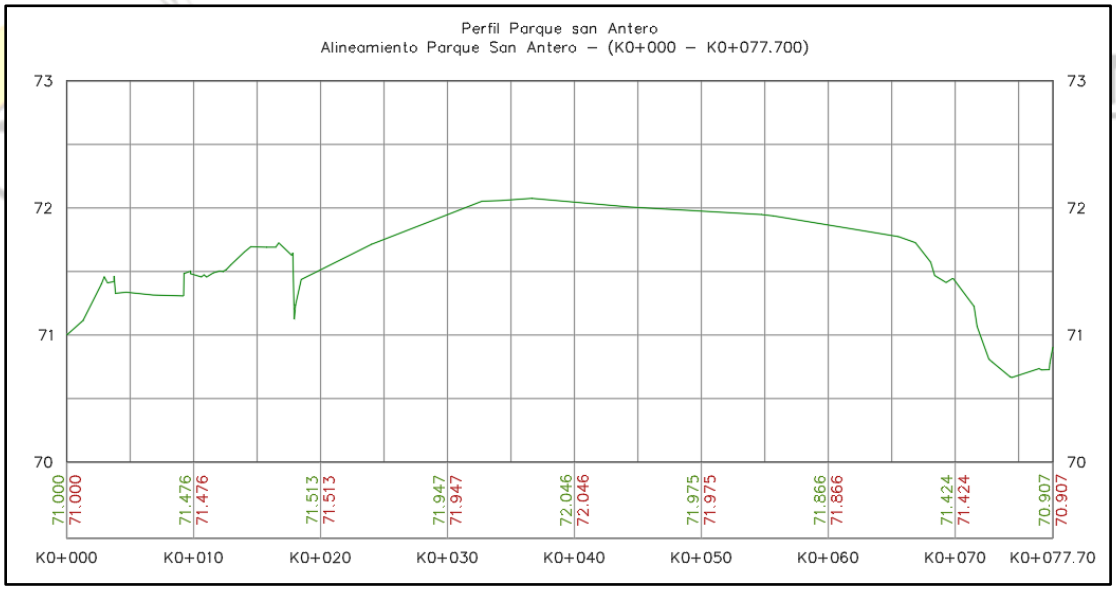


Figura 29. Alineamiento vertical del parque San Anterito.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Durante la visita de inspección se evalúa el estado de la placa y se determina que tiene un espesor de 0.11 m y una resistencia superficial del concreto de **4061 ± 856 PSI**, determinada a través de una prueba de esclerometría.



Figura 30. Espesor de la losa de concreto existente y ensayo de esclerometría realizado.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Para alcanzar el nivel de piso arquitectónico propuesto, es necesario realizar una explanación en la zona, este proceso consiste principalmente en efectuar cortes en el terreno y aplicar rellenos donde sea necesario. En la siguiente figura se puede observar la línea verde correspondiente al terreno natural y la línea roja correspondiente al nivel de explanación, es decir, la mayor parte del lote será excavada para llegar a nivel arquitectónico.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

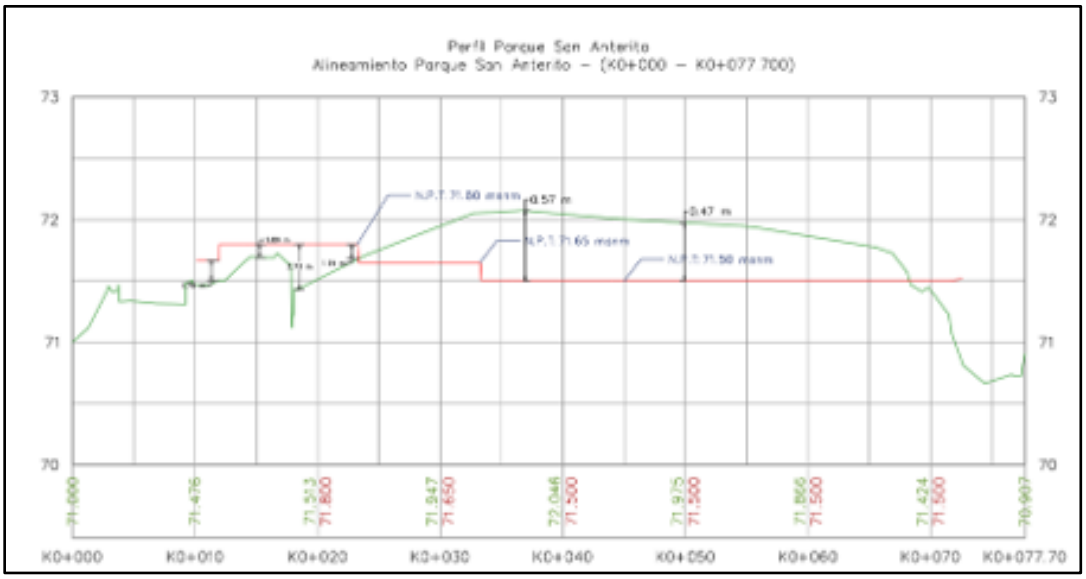


Figura 31. Alineamiento vertical del parque San Anterito.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

	Volumen de Corte Acumulado	Volumen de Relleno Acumulado
K0+000 - K077+70	590.75	168.8

Tabla 34. Volumen de corte y relleno para la explanación.
Fuente: Elaborada por la presente consultoría.

Durante la explanación se llevarán a cabo excavaciones con profundidades que varían entre 0.47 y 0.57 m, para alcanzar las cotas arquitectónicas de 71.50 y 71.65 msnm. Según el análisis previo, se prevé que durante estas excavaciones se encontrará la losa de concreto de la cancha existente, por lo que será necesario demolerla para la implantación del nuevo proyecto.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al realizar el presente informe se generan las siguientes conclusiones:

- El subsuelo del proyecto está conformado en su totalidad por material fino correspondiente a arcilla arenosa de alta plasticidad de consistencia variable entre muy firme y dura.
- No se registra la presencia del nivel freático hasta la profundidad explorada.
- El material fino que conforma el subsuelo del proyecto, cualifica los suelos con potencial expansivo alto.
- Los suelos encontrados no son potencialmente licuables.
- Los suelos encontrados no son colapsables.
- Arquitectónicamente el proyecto considera la construcción de las siguientes zonas:
  - Juegos infantiles y gimnasio biosaludable.
  - Cancha deportiva.
  - Cerramiento perimetral.
  - Graderías.
  - Senderos peatonales y andenes.
- Se recomienda transmitir las cargas generadas por las diferentes estructuras utilizando losas de cimentación y cimientos aislados especificadas como se describe en el numeral 6.
- Los cimientos estarán apoyados sobre mejoramiento correspondiente a reemplazo por material seleccionado, teniendo en cuenta el potencial expansivo crítico del suelo.
- Con las dimensiones de cimientos evaluados se obtienen capacidades de carga y asentamiento que se consideran adecuados.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

- Debido a la presencia de la losa de concreto de la antigua cancha, la cual tiene un espesor de 0.11 m y considerando las excavaciones necesarias para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto, se requiere su demolición para la correcta implementación del proyecto.
- En caso de presentar variaciones en las dimensiones de los cimientos se deben suministrar a esta consultoría para hacer el recalculo pertinente.
- Una vez se tengan las cargas del proyecto, se deben suministrar a esta consultoría para hacer el recalculo pertinente.

Al realizar el presente informe se generan las siguientes recomendaciones:

- Se debe retirar todo el material orgánico y/o contaminado.
- El terreno debe ser adecuadamente nivelado.
- La limpieza del fondo de las excavaciones es fundamental para evitar asientos instantáneos.
- El material excavado no podrá ser acumulado alrededor de la excavación a una distancia horizontal equivalente menor a 3 veces la profundidad de la excavación.
- Si se dispone de espacio las excavaciones pueden ser realizadas con taludes de 45º, en caso contrario deben ser realizadas empleando entibados de tableros verticales empotrados 1.50 veces la profundidad de apoyo del cimiento, para fines de seguridad esta recomendación aplica para excavaciones que estén a menos de 3.00 m de estructuras vecinas. El entibado se debe construir antes de realizar la excavación y pueden considerarse como perdidos dentro de la misma.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

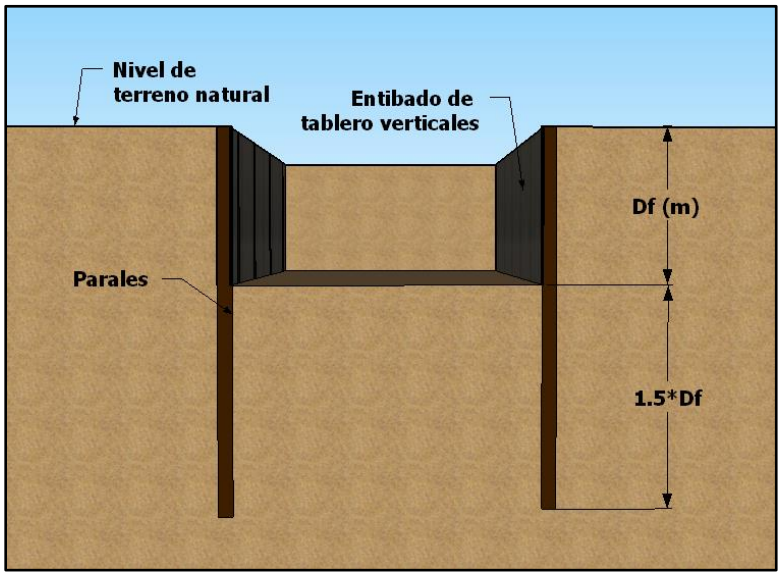


Figura 32. Sistema de entibado.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- Las excavaciones deben permanecer abiertas por cortos periodos de tiempo con el fin de evitar su deterioro, si se anticipan periodos de tiempos superiores entre la construcción de la cimentación y los rellenos se debe conservar la humedad natural del subsuelo, para ello se deben cubrir las caras expuestas de la excavación con polietileno negro de alto calibre.
- Para prevenir la aparición de grietas o fisuras en casos extremos donde las excavaciones estén expuestas a la acción del clima, las caras deben ser recubiertas con mortero fluido y disponer de entibados con las características expresadas con anterioridad.
- Las labores de excavación, relleno y construcción de los cimientos se deben realizar en forma continua para evitar la recuperación elástica del suelo.
- En caso de presentarse inundación en la excavación por precipitación se recomienda la utilización de un sistema de bombeo para la evacuación de las aguas, las cuales deben ser bombeadas lentamente para controlar la presión intersticial del material del fondo.
- Las excavaciones deben ser señalizadas e inspeccionadas diariamente por personal calificado antes y durante la jornada laboral, especialmente cuando haya ocurrencia de precipitación.
- En caso de detectarse asentamientos, agrietamientos, fisuras o movimientos de tierras durante la etapa de cortes y excavaciones deberá informarse al ingeniero geotecnista y el personal será retirado de la zona.
- El reemplazo del suelo debe hacerse por un material estable de baja permeabilidad, carente de finos plásticos compactado hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad del Próctor Modificado.
- El material seleccionado tipo granular debe tener las siguientes características:

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	-
1"	25.4	100
(3/4)"	19.1	90-100
(3/8)"	9.52	65-90
Nº4	4.76	45-70
Nº10	2.38	35-55
Nº40	0.43	15-35
N°200	0.074	10 - 20

Tabla 35. Granulometría recomendada para el material de relleno.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa en peso
1-1/2"	38.1	100
1"	25.4	100
(3/4)"	19.1	80-100
(3/8)"	9.52	60-85
Nº4	4.76	40-65
Nº10	2.38	30-50
Nº40	0.43	13-30
N°200	0.074	9 - 18

Tabla 36. Granulometría recomendada para el material de relleno.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- La fracción del material que pase el tamiz N°40 deberá tener un índice plástico inferior a 10 %, y un límite liquido máximo del 25 %.
- El desgaste de los agregados determinado en la Maquina de los Ángeles debe ser inferior al 50%.
- Los agregados triturados deberán ser sometidos a cinco ciclos de prueba de solidez en sulfato de sodio o magnesio y no deberá mostrar señales de desintegración mayores del 12 o 18% respectivamente.
- El material deberá ser compactado en capas sueltas de espesores inferiores al 90% de la capacidad del compactador. Deberá compactarse hasta alcanzar como mínimo el 95% de la densidad seca máxima del Proctor Modificado.
- Se debe llevar un control de calidad del material compactado efectuando ensayos de densidad con cono y arena en cada capa compactada.
- Debido a la alta plasticidad del suelo de fundación es necesario implementar un sistema de evacuación de la escorrentía de agua superficial.
- No se debe establecer vegetación alrededor de las estructuras, en especial se debe tener cuidado con plantas de raíces radiculares y avidez por el agua. En todos los casos los árboles estarán a una distancia superior a 1.50 veces la amplitud de su follaje medido desde el borde de la acera. Si se construyen jardineras deben ser completamente impermeables y no se podrán rellenar con suelo procedente de la excavación, durante las labores de riego no se podrá permitir que el agua residual de esta actividad alcance el suelo natural.
- Las tuberías enterradas para el suministro de todo tipo de servicios deben ser flexibles.

8.1. Cancha de juegos.

- En la construcción de los pisos de cancha deportiva se podrá considerar para el drenaje superficial una pendiente transversal entre 0.50% - 1.00%.
- Para dar un manejo adecuado de las aguas de escorrentía superficial para las canchas múltiples se recomienda la implementación de canaletas perimetrales que permitan la conducción de las aguas hasta cámaras de inspección para ser canalizadas hacia el sistema de drenaje pluvial.
- Las canaletas deben contar con rejillas de protección de concreto fundidas in situ.
- Con el fin de evitar la entrada de elementos extraños al conducto de drenaje, se requiere la instalación tapas que deben quedar instaladas al mismo nivel de las rejillas de drenaje superficial.
- En áreas perimetrales al campo deportivo se recomienda la construcción de un filtro perimetral que permita colectar las aguas presentes por infiltración, estas deben ser encausadas hasta cámaras de inspección y así ser conducidas a los sistemas de drenaje pluvial urbanos.

8.2. Senderos peatonales y andenes.

- Se recomienda utilizar adoquines de 6 cm de altura para las zonas peatonales.
- La arena a utilizar debe ser almacenada de tal manera que se pueda manejar sin contaminarla y donde se pueda proteger de la lluvia, esto último para asegurar que su contenido de humedad sea lo más uniforme posible.
- Antes de la colocación de la capa de arena, se debe verificar el correcto nivel de la capa de mejoramiento, en ningún caso se puede utilizar la capa de arena para compensar irregularidades de la capa anterior.
- No se permite la colocación de adoquines sobre una capa de arena afectada por lluvias o escorrentía, lo que implica que esta capa se debe reemplazar.
- Los adoquines se colocan directamente sobre la capa de arena, asegurándose que las caras laterales generen juntas que no excedan los 5 mm.
- En zonas de pendientes pronunciadas la colocación de los adoquines se debe hacer de abajo hacia arriba.
- Al finalizar la colocación de los adoquines se colocarán ajustes en los espacios que hayan quedado libres contra las estructuras de confinamiento, esto se realiza colocando adoquines previamente partidos según la forma necesaria.
- Se debe compactar los adoquines una vez finalizada su colocación, con por lo menos dos pasadas en diferentes direcciones con una maquina vibrocompactadora de

placa. Si no se dispone de estos equipos se pueden utilizar rodillos manuales duplicando el número de pasadas.

- Finalmente se deben sellar las juntas esparciendo la arena en las juntas, este procedimiento se puede alternar con el de compactación, evitando dejar sitios con acumulaciones excesivas de material de sello.
- En las zonas donde se utilizará gramoquín se debe añadir abono orgánico o tierra negra necesaria para el crecimiento de las semillas de pasto. Después de la instalación del gramoquín, se aplicarán dos (2) capas de abono orgánico.

8.3. Procedimiento y recomendaciones de excavación.

- Durante todo el proceso de excavación se debe disponer de equipos de bombeo para evitar que aguas lluvias ablanden los suelos excavados.
- En obra se debe disponer de plástico para cubrir el área de trabajo de excavación en caso de que ocurran lluvias.
- Se debe cumplir con las normas ambientales para el manejo de material de excavación, disponer del material de excavación en sitios autorizados.

8.4. Procedimiento y recomendaciones de construcción.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

- Para evitar daños por carbonatación y oxidación del acero de refuerzo se debe realizar la impermeabilización del concreto de las estructuras enterradas.
- Los residuos sólidos se deben disponerse de modo que se cumpla la reglamentación ambiental, se recomienda reducir las emisiones de polvo, la contaminación del agua, y el control de emisiones de gases de los equipos mecánicos usados durante la construcción, es recomendable el reciclaje de todos los materiales que lo permitan.

8.5. Pavimento rígido.

Las recomendaciones hacen énfasis a la construcción del pavimento, en razón a que este elemento de la vía representa gran parte de la estabilidad del mismo, por lo tanto, debe hacerse con toda la técnica y personal especializado disponible:

- Antes de realizar los trabajos tendientes a la construcción del proyecto, se debe replantear el proyecto a partir de la cartera de localización y rasante, el eje de la vía y sus bordes para determinar la congruencia de abscisas y cotas con los elementos adyacentes a la vía.

- Se recomienda hacer control estricto de la superficie o nivelación del material granular antes de instalar el concreto con equipo topográfico, con el fin de evitar dejar desniveles o depresiones que generen en el concreto esfuerzo de tensión inadmisible para el mismo.
- El comportamiento de una estructura de pavimento ante las solicitudes de carga es función de la calidad de cada uno de los materiales empleados en la construcción, por lo tanto, se debe verificar que cumplan con los requisitos dados por el INVIAS artículo 500-22, 320-22 y 300-22.
- Antes de instalar el concreto se recomienda la revisión del Módulo de Reacción K con el fin de verificar las hipótesis del diseño. Para tal fin se propone realizar ensayos de placa controlada.
- Se recomienda reforzar las losas irregulares (geometrías con diferencias superiores al 8% en su largo y ancho de la losa) con acero de refuerzo corrugado de ½" cada 0.20 m en ambas direcciones, ubicadas a 1/3 del espesor en la fibra superior e inferior, como medida de control de autofisuración del concreto. También, se recomienda el empleo de este refuerzo en las losas que hacen parte de zonas de paraderos, considerando los efectos de frenado y aceleración de los vehículos.

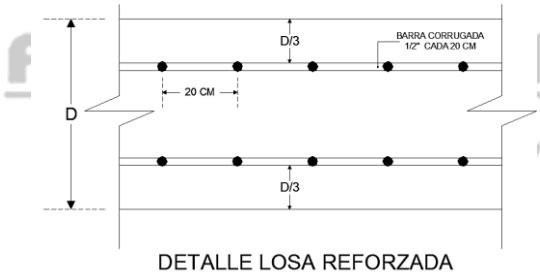


Figura 33. Detalle de las losas reforzadas.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas, paralelos entre sí, al eje longitudinal de la vía y a la superficie del pavimento, con una tolerancia medida en el extremo del pasador que no sobrepase los 10.00 mm respecto a la posición teórica. La manera más eficiente de lograr esto, es la de colocar los pasadores sobre unos soportes hechos con varillas, que quedan embebidos en el concreto.
- El concreto alrededor de los pasadores debe tener la misma compactación que en el resto del pavimento, para evitar la creación de zonas en las cuales la resistencia a la tracción sea más baja y por ende se convierta en un área que se puede fisurar.

- Se recomienda el empleo de protectores de juntas o sellos temporales con el fin de evitar agrietamiento tipo desportillamientos en las juntas que, comúnmente se encuentran en los pavimentos recién construidos.
- Se recomienda dar servicio al tráfico hasta que el concreto alcance una resistencia superior al 100% de la de diseño.
- Se recomienda realizar mantenimiento rutinario y preventivo del pavimento para conservar la estructura hasta el periodo final del pavimento, tales como: sellos de juntas, limpieza, revisión de las obras de drenaje, etc.
- Al realizar la modulación de las losas de concreto hidráulico, con el fin de controlar los esfuerzos de alabeo por temperatura se recomienda limitar la esbeltez de la misma, es decir, la relación entre la longitud de la losa (Lx) y su ancho (Ly). Lo ideal es diseñar losas cuadradas, con una relación de esbeltez igual a 1.00, para losas rectangulares la relación de esbeltez debe ser menor a 1.25, según las recomendaciones de la AASHTO.

8.6. Plan de contingencia.

- Con el fin de identificar elementos vulnerables, se deben identificar los predios y vías colindantes, con localización y descripción del proyecto; esto no exime de identificar otros riesgos que puedan surgir durante la construcción del cimiento.
- El constructor debe tener en cuenta los riesgos potenciales del proyecto, previniendo los que puedan surgir durante la construcción de la cimentación y en caso de ser necesario se debe solicitar a esta consultoría una visita para evaluar y prevenir riesgos potenciales.
- Debe contarse con el análisis de trabajo seguro, panorama de riesgos, plan de capacitación en trabajo seguro, manejo de emergencias y cumplimientos de las normas de seguridad industrial y salud ocupacional.
- Se debe elaborar en obra un sistema de contingencia con ayuda del ingeniero estructural y el constructor de manera que se tengan en cuenta los elementos para atender la contingencia y los procedimientos para montar y ejecutar elementos de control.

9. BIBLIOGRAFÍA.

Como parte de este estudio se utilizó la siguiente bibliografía:

- Instituto geográfico Agustín Codazzi, "Estudio general de suelos y zonificación de tierras – Departamento de Córdoba". Imprenta nacional de Colombia, Bogotá D.C. 2009.
- González Vallejo, "Ingeniería geológica", editorial: PRENTICE HALL.
- Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones", Thomson Learning.
- Titulo A Norma Sismo Resistente de 2010, decreto final 2010-01-13.
- Titulo H Norma Sismo Resistente de 2010, decreto final 2010-01-13.
- Moya Julio, Salazar Ricardo, Gómez Gustavo y Salazar Francisco. "Excavaciones en condiciones complejas". Editorial escuela colombiana de ingeniería.
- Geotecnia y cimientos III "Cimentaciones, excavaciones y aplicaciones de la geotecnia". Editorial Rueda.

10. LIMITACIONES DEL ESTUDIO.

Las recomendaciones planteadas en el presente estudio se basan en los resultados de las investigaciones de campo y de laboratorio y en los análisis de ingeniería anteriormente descritos. Si durante la construcción del proyecto llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista, está situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.

Todo el material impreso o digital producto del informe es propiedad de PABLO CASTILLA NEGRETE y no podrá ser empleado o reproducido en forma total o parcial sin el consentimiento de su representante legal.



PABLO CASTILLA NEGRETE
Ingeniero Civil
Especialista en Mecánica de Suelos y Cimentaciones
Especialista en Ingeniería Ambiental.
Especialista en Prevención, atención y reducción de desastres.
Especialista en gerencia para ingenieros.
M.P. 1320251172BLV
Montería, julio de 2024.

ANEXO 1.
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE
LOCALIZACIÓN: ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 1
FECHA: ENERO DE 2024
CODIGO: 0124007

Perfil Estratigráfico		Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
	0 m								
	1m	20,30	149,88		13,00%	54,00%	36,00%	CH	PASA Nº4 = 88,65% PASA Nº200 = 53,58% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO VETAS GRISES
	2m			38	17,00%	55,00%	37,00%	CH	PASA Nº4 = 88,72% PASA Nº200 = 56,73% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO Y GRIS
	3m								
	4m			46	16,00%	53,00%	36,00%	CH	PASA Nº4 = 90,39% PASA Nº200 = 57,27% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO Y GRIS
	5m								
	6m			52	16,00%	55,00%	36,00%	CH	PASA Nº4 = 90,10% PASA Nº200 = 55,33% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS

Nivel Freático: No se encontró

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE
LOCALIZACIÓN: ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 2
FECHA: ENERO DE 2024
CODIGO: 0124007

V1

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								
1m			53	13,00%	53,00%	36,00%	CH	PASA Nº4 = 88,38% PASA Nº200 = 51,37% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO VETAS PARDO Y GRISES
2m			40	17,00%	54,00%	35,00%	CH	PASA Nº4 = 89,03% PASA Nº200 = 54,71% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD GRIS Y ROJIZO
3m								
4m			59	15,00%	56,00%	37,00%	CH	PASA Nº4 = 89,08% PASA Nº200 = 53,92% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO Y GRIS
5m								
6m			64	14,00%	54,00%	35,00%	CH	PASA Nº4 = 91,37% PASA Nº200 = 54,31% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO Y GRIS

Nivel Freático: No se encontró

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE
LOCALIZACIÓN: ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 3
FECHA: ENERO DE 2024
CODIGO: 0124007

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								
1m	19,99	139,68		13,00%	55,00%	36,00%	CH	PASA Nº4 = 89,06% PASA Nº200 = 56,17% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO VETAS GRISES
2m			39	17,00%	54,00%	34,00%	CH	PASA Nº4 = 88,87% PASA Nº200 = 56,16% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO Y GRIS
3m								
4m			45	17,00%	54,00%	37,00%	CH	PASA Nº4 = 89,79% PASA Nº200 = 57,20% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD ROJIZO Y GRIS
5m								
6m			52	17,00%	55,00%	37,00%	CH	PASA Nº4 = 92,19% PASA Nº200 = 57,22% ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS

Nivel Freático: No se encontró

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

ANEXO 2.
ENSAYOS DE LABORATORIO
(EN CD)

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	1	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
T5	3,88	24,75	22,34	13,06%
X50	3,86	22,86	20,69	12,89%
C21	3,49	22,39	20,33	12,23%
M03	3,74	23,33	21,12	12,74%
				13,00%

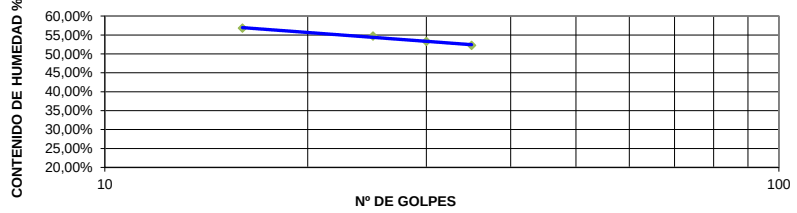
LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
T51	35	13,90	25,35	21,42	52,26%
VF6	30	13,93	25,38	21,40	53,28%
VF17	25	13,94	25,42	21,36	54,72%
R2	16	21,97	32,93	28,96	56,80%
					54,00%

LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
VF9	13,50	16,19	15,80	16,96%
H15	14,23	17,14	16,70	17,81%
H17	14,22	17,12	16,68	17,89%
H19	14,20	17,10	16,67	17,41%
				18,00%

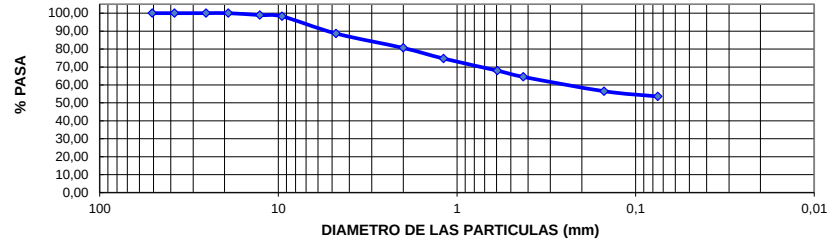
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		79,19	**W ret Nº200+rec:**		414,97	
W rec + m:		802,51	**W ret Nº200:**		335,78	
W Seco Inicial (g)		723,32	**Suma W Retenidos**		335,78	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	7,71	7,71	1,07	1,07	98,93
(3/8)"	9,52	5,27	5,27	0,73	1,79	98,21
Nº4	4,75	69,09	69,09	9,55	11,35	88,65
Nº10	2,00	58,09	58,09	8,03	19,38	80,62
Nº16	1,19	42,73	42,73	5,91	25,28	74,72
Nº30	0,60	48,66	48,66	6,73	32,01	67,99
Nº40	0,43	25,31	25,31	3,50	35,51	64,49
N ° 100	0,15	57,79	57,79	7,99	43,50	56,50
N ° 200	0,08	21,13	21,13	2,92	46,42	53,58
Fondo	0,00	387,54	387,54	53,58	100,00	0,00
Total		723,32	723,32			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	88,7%	**LL:**	54%
TAMIZ Nº200:	53,6%	**IP:**	36%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías Geotecnia y Ambiente SAS

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
T11	3,73	24,54	21,38	17,90%
T58	4,01	24,98	22,03	16,37%
M20	3,82	22,88	20,20	16,36%
F16	3,85	24,13	21,20	16,89%
				17,00%

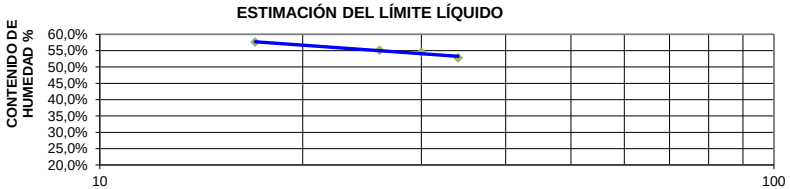
LÌMITE LÌQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
F45	34	27,36	38,50	34,65	52,8%
T78	30	27,33	38,44	34,52	54,5%
Q23	26	27,34	38,48	34,52	55,2%
E32	17	31,98	42,46	38,63	57,6%
					55,00%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
J56	17,75	20,69	20,25	17,60%
L65	18,48	21,64	21,15	18,35%
H23	18,47	21,62	21,13	18,42%
L04	18,45	21,60	21,12	17,98%
				18,00%

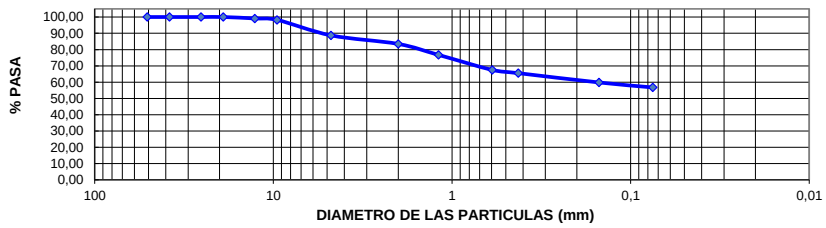
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		80,25	**W ret Nº200+rec:**		436,76	
W rec + m:		904,26	**W ret Nº200:**		356,51	
W Seco Inicial (g)		824,01	**Suma W Retenidos**		356,51	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	7,29	7,29	0,88	0,88	99,12
(3/8)"	9,52	7,21	7,21	0,87	1,76	98,24
Nº4	4,75	78,47	78,47	9,52	11,28	88,72
Nº10	2,00	43,21	43,21	5,24	16,53	83,47
Nº16	1,19	55,43	55,43	6,73	23,25	76,75
Nº30	0,60	76,21	76,21	9,25	32,50	67,50
Nº40	0,43	16,24	16,24	1,97	34,47	65,53
N ° 100	0,15	47,33	47,33	5,74	40,22	59,78
N ° 200	0,08	25,12	25,12	3,05	43,27	56,73
Fondo	0,00	467,50	467,50	56,73	100,00	0,00
Total		824,01	824,01			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	88,7%	**LL:**	55%
TAMIZ Nº200:	56,7%	**IP:**	37%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

Consultorías Geotecnia y Ambiente

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
P10	3,99	26,66	23,47	16,38%
P7	4,06	21,80	19,33	16,18%
IP	4,09	25,72	22,75	15,92%
M02	4,05	24,73	21,85	16,16%
				16,00%

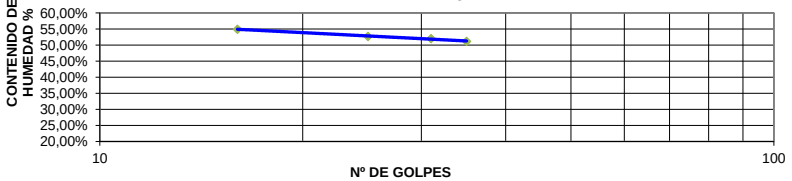
LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
K56	35	22,69	33,80	30,04	51,16%
J70	31	22,55	33,74	29,91	52,04%
L23	25	22,57	33,78	29,91	52,72%
F32	16	27,21	37,76	34,02	54,92%
					53,00%

LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
L76	14,39	17,93	17,43	16,45%
D12	13,65	17,30	16,78	16,61%
W12	13,67	17,35	16,83	16,46%
S24	14,42	17,95	17,45	16,50%
				17,00%

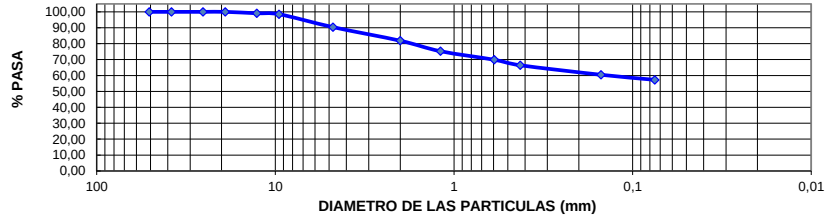
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		69,00	**W ret Nº200+rec:**		380,67	
W rec + m:		798,45	**W ret Nº200:**		311,67	
W Seco Inicial (g)		729,45	**Suma W Retenidos**		311,67	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	6,52	6,52	0,89	0,89	99,11
(3/8)"	9,52	4,36	4,36	0,60	1,49	98,51
Nº4	4,75	59,24	59,24	8,12	9,61	90,39
Nº10	2,00	62,14	62,14	8,52	18,13	81,87
Nº16	1,19	48,13	48,13	6,60	24,73	75,27
Nº30	0,60	39,18	39,18	5,37	30,10	69,90
Nº40	0,43	25,26	25,26	3,46	33,56	66,44
N ° 100	0,15	43,67	43,67	5,99	39,55	60,45
N ° 200	0,08	23,17	23,17	3,18	42,73	57,27
Fondo	0,00	417,78	417,78	57,27	100,00	0,00
Total		729,45	729,45			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	90,4%	**LL:**	53%
TAMIZ Nº200:	57,3%	**IP:**	36%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	5.50 - 6.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

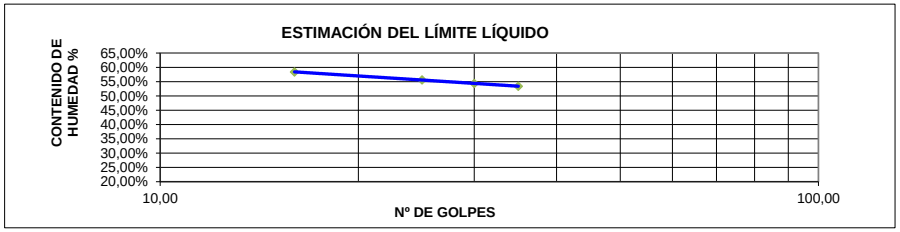
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
V9	4,44	32,20	28,26	16,54%
C28	4,50	32,23	28,42	15,93%
C160	4,08	34,28	30,14	15,89%
J45	4,34	32,90	28,94	16,11%
				16,00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
M25	35,00	14,96	27,95	23,43	**53,36%**
N80	30,00	14,93	27,93	23,35	54,39%
VF5	25,00	14,94	27,92	23,28	55,64%
LL3	16,00	14,93	27,49	22,86	58,39%
					55,00%

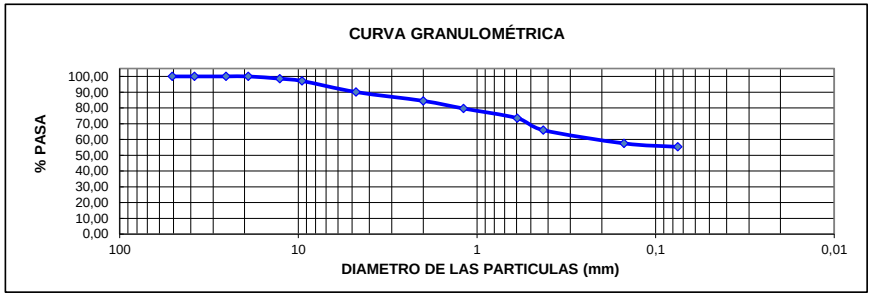
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
LL5	13,84	16,89	16,39	19,61%
66	12,74	15,78	15,29	19,22%
88	12,73	15,76	15,27	19,29%
77	12,76	15,81	15,32	19,14%
				19,00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		50,25	**W ret Nº200+rec:**		339,33	
W rec + m:		697,33	**W ret Nº200:**		289,08	
W Seco Inicial (g)		647,08	**Suma W Retenidos**		289,08	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	9,21	9,21	1,42	1,42	98,58
(3/8)"	9,52	9,55	9,55	1,48	2,90	97,10
Nº4	4,75	45,32	45,32	7,00	9,90	90,10
Nº10	2,00	36,25	36,25	5,60	15,51	84,49
Nº16	1,19	31,29	31,29	4,84	20,34	79,66
Nº30	0,60	39,66	39,66	6,13	26,47	73,53
Nº40	0,43	49,14	49,14	7,59	34,06	65,94
N ° 100	0,15	54,39	54,39	8,41	42,47	57,53
N ° 200	0,08	14,27	14,27	2,21	44,67	55,33
Fondo	0,00	358,00	358,00	55,33	100,00	0,00
Total		647,08	647,08			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	90,1%	**LL:**	55%
TAMIZ Nº200:	55,3%	**IP:**	36,0%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

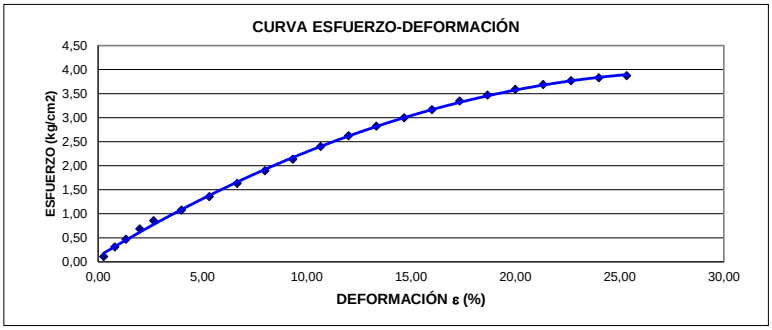
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00
FECHA:	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO VETAS GRISES

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5,50	cm	Área =	23,76	cm^2
Altura =	9,52	cm	Volumen =	226,18	cm^3
Peso =	459,12	gr.	Peso Unitario =	20,30	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	149,88	KN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo ($kg./cm^2$)
10	0,10	26	0,03	0,27	2,62	23,82	0,11
30	0,33	74	0,08	0,80	7,43	23,95	0,31
50	0,56	114	0,13	1,33	11,36	24,08	0,47
75	0,79	166	0,19	2,00	16,61	24,24	0,68
100	1,02	210	0,25	2,67	20,98	24,41	0,86
150	1,25	267	0,38	4,00	26,66	24,75	1,08
200	1,48	341	0,51	5,34	34,09	25,10	1,36
250	1,71	415	0,64	6,67	41,52	25,46	1,63
300	1,94	489	0,76	8,00	48,94	25,83	1,90
350	2,17	559	0,89	9,34	55,94	26,21	2,13
400	2,40	638	1,02	10,67	63,80	26,60	2,40
450	2,63	708	1,14	12,01	70,79	27,00	2,62
500	2,86	773	1,27	13,34	77,35	27,42	2,82
550	3,09	835	1,40	14,67	83,47	27,84	3,00
600	3,32	896	1,52	16,01	89,59	28,29	3,17
650	3,55	961	1,65	17,34	96,14	28,74	3,34
700	3,78	1014	1,78	18,68	101,38	29,21	3,47
750	4,01	1066	1,91	20,01	106,63	29,70	3,59
800	4,24	1114	2,03	21,34	111,44	30,21	3,69
850	4,47	1158	2,16	22,68	115,81	30,73	3,77
900	4,70	1197	2,29	24,01	119,74	31,27	3,83
950	4,93	1232	2,41	25,35	123,23	31,82	3,87



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	1	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
D17	3,87	31,10	27,90	13,32%
D34	3,82	24,23	22,12	11,53%
Z10	3,94	26,41	23,87	12,74%
Z11	3,88	27,25	24,63	12,61%
				13,00%

LÍMITE LÍQUIDO

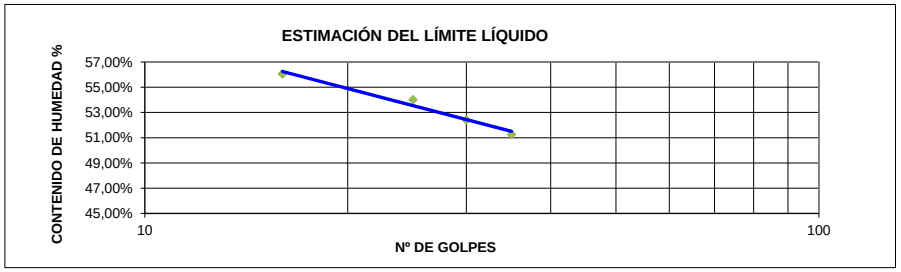
Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
T51	35	17,41	27,56	24,12	51,27%
VF6	30	17,44	27,59	24,10	52,40%
VF17	25	17,45	27,63	24,06	54,01%
R2	16	19,19	28,85	25,38	56,06%
					53,00%

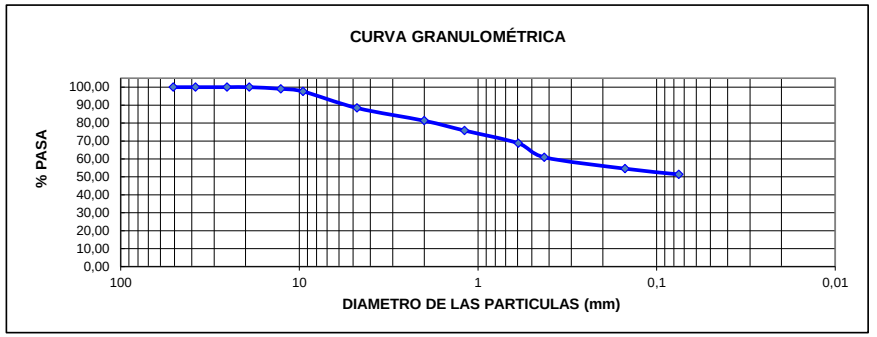
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
VF9	15,07	18,40	17,94	16,03%
H15	15,80	19,35	18,84	16,78%
H17	15,79	19,33	18,82	16,83%
H19	15,77	19,31	18,81	16,45%
				17,00%

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		81,21	**W ret Nº200+rec:**		404,67	
W rec + m:		746,33	**W ret Nº200:**		323,46	
W Seco Inicial (g)		665,12	**Suma W Retenidos**		323,46	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	6,25	6,25	0,94	0,94	99,06
(3/8)"	9,52	9,78	9,78	1,47	2,41	97,59
Nº4	4,75	61,25	61,25	9,21	11,62	88,38
Nº10	2,00	47,14	47,14	7,09	18,71	81,29
Nº16	1,19	36,36	36,36	5,47	24,17	75,83
Nº30	0,60	47,12	47,12	7,08	31,26	68,74
Nº40	0,43	51,93	51,93	7,81	39,07	60,93
N ° 100	0,15	42,33	42,33	6,36	45,43	54,57
N ° 200	0,08	21,30	21,30	3,20	48,63	51,37
Fondo	0,00	341,66	341,66	51,37	100,00	0,00
Total		665,12	665,12			





Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	88,4%	**LL:**	53%
TAMIZ Nº200:	51,4%	**IP:**	36,00%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

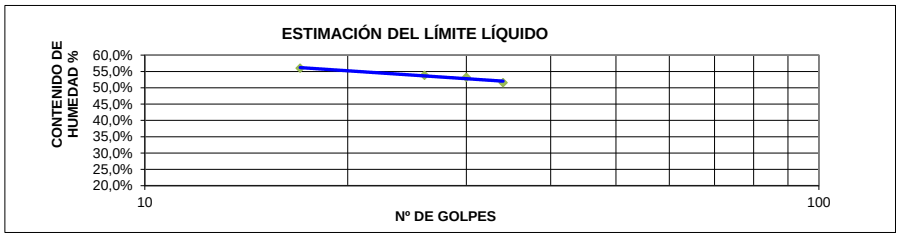
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
V8	4,53	22,69	20,08	16,78%
C89	4,22	22,85	20,17	16,80%
P21	3,98	21,53	18,95	17,23%
P22	4,24	22,36	19,73	16,94%
				17,00%

LÌMITE LÌQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
KT1	34	23,27	34,79	30,87	51,6%
KT2	30	23,24	34,73	30,74	53,2%
KT3	26	23,25	34,77	30,74	53,8%
KT4	17	27,89	38,75	34,85	56,0%
					54,00%

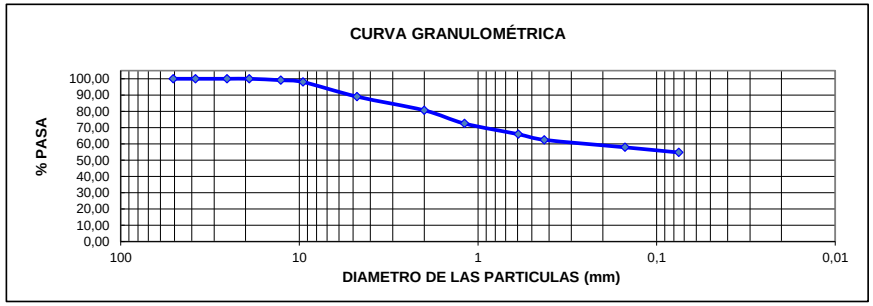
LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
L14	18,22	20,42	20,08	18,28%
O12	18,95	21,37	20,98	19,21%
O28	18,94	21,35	20,96	19,31%
R22	18,92	21,33	20,95	18,72%
				19,00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		65,69	**W ret Nº200+rec:**		396,06	
W rec + m:		795,21	**W ret Nº200:**		330,37	
W Seco Inicial (g)		729,52	**Suma W Retenidos**		330,37	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	6,47	6,47	0,89	0,89	99,11
(3/8)"	9,52	8,25	8,25	1,13	2,02	97,98
Nº4	4,75	65,32	65,32	8,95	10,97	89,03
Nº10	2,00	61,25	61,25	8,40	19,37	80,63
Nº16	1,19	59,21	59,21	8,12	27,48	72,52
Nº30	0,60	47,83	47,83	6,56	34,04	65,96
Nº40	0,43	25,33	25,33	3,47	37,51	62,49
N ° 100	0,15	33,57	33,57	4,60	42,11	57,89
N ° 200	0,08	23,14	23,14	3,17	45,29	54,71
Fondo	0,00	399,15	399,15	54,71	100,00	0,00
Total		729,52	729,52			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	89,0%	**LL:**	54%
TAMIZ Nº200:	54,7%	**IP:**	35%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías Geotecnia y Ambiente

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

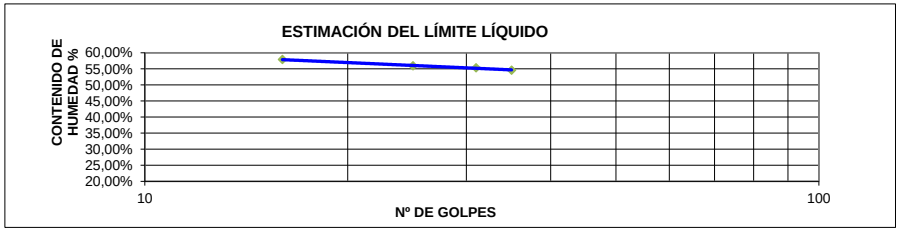
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
V10	3,70	21,61	19,30	14,808%
V108	4,18	25,30	22,57	14,845%
D51	3,82	24,77	21,91	15,810%
Q63	3,90	23,89	21,26	15,169%
				15,000%

LÍMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
S12	35	20,85	34,13	29,44	54,60%
S13	31	20,71	34,07	29,31	55,35%
S14	25	20,73	34,11	29,31	55,94%
S15	16	20,82	33,53	28,87	57,89%
					56,00%

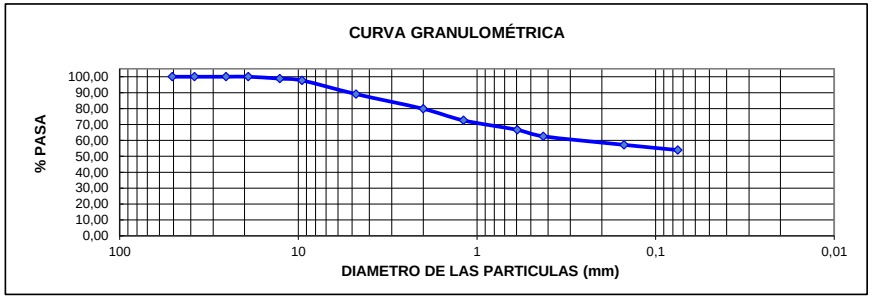
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
N19	14,94	19,57	18,84	18,72%
M21	14,20	18,94	18,19	18,80%
R16	14,22	18,99	18,24	18,66%
R06	14,97	19,59	18,86	18,77%
				19,00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		75,36	**W ret Nº200+rec:**		436,68	
W rec + m:		859,41	**W ret Nº200:**		361,32	
W Seco Inicial (g)		784,05	**Suma W Retenidos**		361,32	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	9,22	9,22	1,18	1,18	98,82
(3/8)"	9,52	9,23	9,23	1,18	2,35	97,65
Nº4	4,75	67,14	67,14	8,56	10,92	89,08
Nº10	2,00	72,36	72,36	9,23	20,15	79,85
Nº16	1,19	57,21	57,21	7,30	27,44	72,56
Nº30	0,60	46,36	46,36	5,91	33,36	66,64
Nº40	0,43	31,99	31,99	4,08	37,44	62,56
N ° 100	0,15	42,14	42,14	5,37	42,81	57,19
N ° 200	0,08	25,67	25,67	3,27	46,08	53,92
Fondo	0,00	422,73	422,73	53,92	100,00	0,00
Total		784,05	784,05			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	89,1%	**LL:**	56%
TAMIZ Nº200:	53,9%	**IP:**	37%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	5.50 - 6.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

Consultorías Geotecnia y Ambiente

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
V105	4,53	30,97	27,80	13,62%
P70	3,95	28,85	25,58	15,12%
X17	3,82	23,22	20,83	14,05%
X18	4,10	27,68	24,74	14,26%
				14,00%

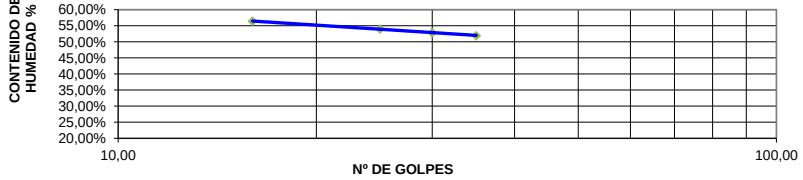
LÍMITE LIQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
X12	35,00	15,16	29,23	24,42	**51,94%**
A13	30,00	15,13	29,21	24,34	52,88%
A14	25,00	15,14	29,20	24,27	54,00%
A15	16,00	15,13	28,77	23,85	56,42%
					54,00%

LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
P3	15,34	17,58	17,21	19,79%
P14	14,24	16,47	16,11	19,25%
T2	14,23	16,45	16,09	19,35%
D1	14,26	16,50	16,14	19,15%
				19,00%

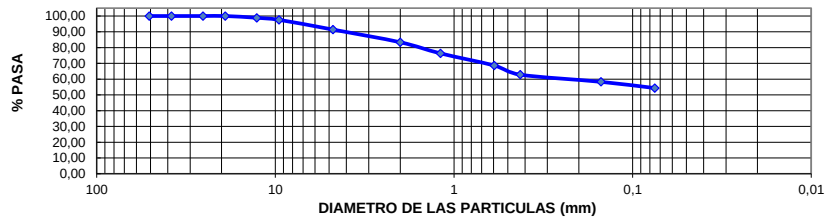
ESTIMACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		65,33	**W ret Nº200+rec:**		358,05	
W rec + m:		705,98	**W ret Nº200:**		292,72	
W Seco Inicial (g)		640,65	**Suma W Retenidos**		292,72	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	7,29	7,29	1,14	1,14	98,86
(3/8)"	9,52	8,33	8,33	1,30	2,44	97,56
Nº4	4,75	39,64	39,64	6,19	8,63	91,37
Nº10	2,00	51,28	51,28	8,00	16,63	83,37
Nº16	1,19	45,22	45,22	7,06	23,69	76,31
Nº30	0,60	49,31	49,31	7,70	31,39	68,61
Nº40	0,43	37,25	37,25	5,81	37,20	62,80
N ° 100	0,15	29,14	29,14	4,55	41,75	58,25
N ° 200	0,08	25,26	25,26	3,94	45,69	54,31
Fondo	0,00	347,93	347,93	54,31	100,00	0,00
Total		640,65	640,65			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	91,4%	**LL:**	54%
TAMIZ Nº200:	54,3%	**IP:**	35,0%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	1	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
Y5	4,14	25,06	22,55	13,63%
Y6	4,12	23,12	20,95	12,89%
Y7	3,75	22,81	20,59	13,18%
Y12	4,00	23,66	21,36	13,25%
			13	**13,00%**

LÍMITE LÍQUIDO

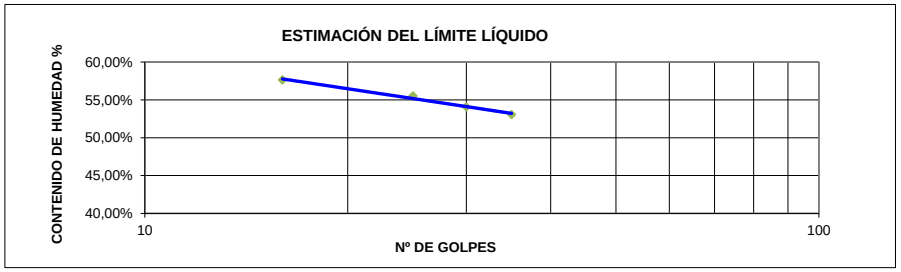
Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
RE1	35	14,04	25,58	21,58	53,05%
F26	30	14,07	25,61	21,56	54,07%
G11	25	14,08	25,65	21,52	55,51%
G13	16	15,13	26,18	22,14	57,63%
					55,00%

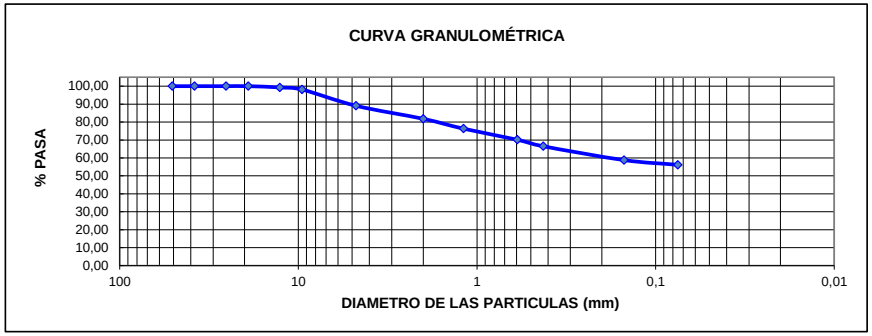
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
VF9	13,64	16,38	15,96	18,10%
H15	14,37	17,33	16,86	18,88%
H17	14,36	17,31	16,84	18,95%
H19	14,34	17,29	16,83	18,47%
				19,00%

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		85,13	**W ret Nº200+rec:**		421,75	
W rec + m:		853,12	**W ret Nº200:**		336,62	
W Seco Inicial (g)		767,99	**Suma W Retenidos**		336,62	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	5,55	5,55	0,72	0,72	99,28
(3/8)"	9,52	9,11	9,11	1,19	1,91	98,09
Nº4	4,75	69,32	69,32	9,03	10,94	89,06
Nº10	2,00	55,74	55,74	7,26	18,19	81,81
Nº16	1,19	42,19	42,19	5,49	23,69	76,31
Nº30	0,60	47,33	47,33	6,16	29,85	70,15
Nº40	0,43	28,13	28,13	3,66	33,51	66,49
N ° 100	0,15	59,14	59,14	7,70	41,21	58,79
N ° 200	0,08	20,11	20,11	2,62	43,83	56,17
Fondo	0,00	431,37	431,37	56,17	100,00	0,00
Total		767,99	767,99			





Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	89,1%	**LL:**	55%
TAMIZ Nº200:	56,2%	**IP:**	36%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

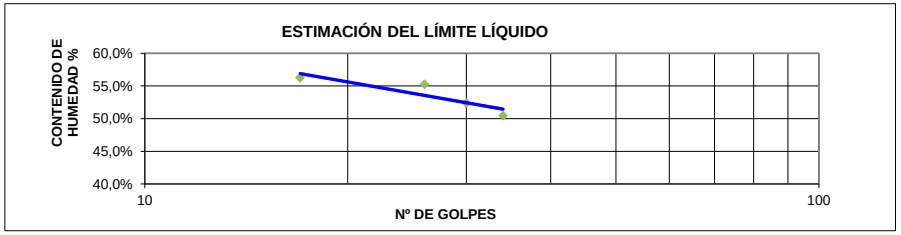
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
P11	3,99	24,52	21,59	16,65%
Ñ114	4,27	25,32	22,24	17,14%
P22	4,08	23,22	20,41	17,21%
I12	4,11	24,35	21,41	16,99%
				17,00%

LÌMITE LÌQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PN3	34	23,85	35,24	31,42	50,5%
PN5	30	29,21	40,70	36,75	52,4%
PL6	26	29,18	40,73	36,62	55,2%
YU1	17	29,19	40,80	36,62	56,3%
					54,00%

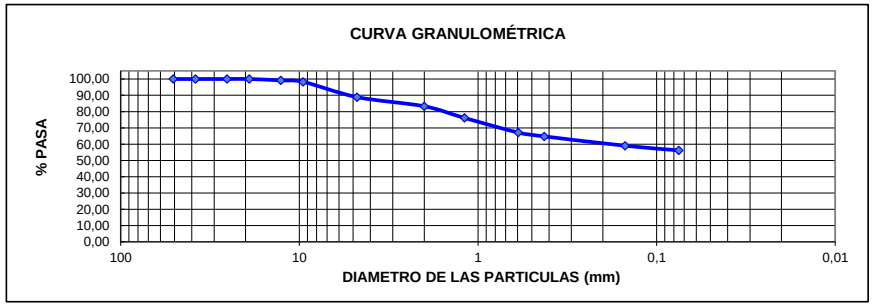
LIMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PO1	22,14	25,38	24,86	19,12%
L14	22,87	26,33	25,76	19,72%
Ñ12	22,86	26,31	25,74	19,79%
K32	22,84	26,29	25,73	19,38%
				20,00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		75,12	**W ret Nº200+rec:**		397,36	
W rec + m:		810,22	**W ret Nº200:**		322,24	
W Seco Inicial (g)		735,10	**Suma W Retenidos**		322,24	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	6,21	6,21	0,84	0,84	99,16
(3/8)"	9,52	6,45	6,45	0,88	1,72	98,28
Nº4	4,75	69,12	69,12	9,40	11,13	88,87
Nº10	2,00	41,23	41,23	5,61	16,73	83,27
Nº16	1,19	52,66	52,66	7,16	23,90	76,10
Nº30	0,60	66,12	66,12	8,99	32,89	67,11
Nº40	0,43	17,23	17,23	2,34	35,24	64,76
N ° 100	0,15	42,19	42,19	5,74	40,98	59,02
N ° 200	0,08	21,03	21,03	2,86	43,84	56,16
Fondo	0,00	412,86	412,86	56,16	100,00	0,00
Total		735,10	735,10			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	88,9%	**LL:**	54%
TAMIZ Nº200:	56,2%	**IP:**	34%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

Consultorías Geotecnia y Ambiente

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

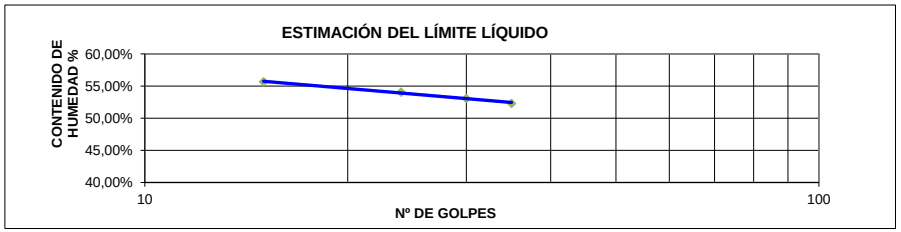
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
U2	4,17	27,05	23,68	17,27%
I14	4,24	22,16	19,54	17,12%
O99	4,27	26,16	22,96	17,12%
Q12	4,23	25,12	22,06	17,18%
				17,00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
J12	35	22,17	34,95	30,56	52,32%
O33	30	22,03	34,89	30,43	53,10%
Q13	24	22,05	34,96	30,43	54,06%
Q14	15	21,88	34,10	29,73	55,67%
					54,00%

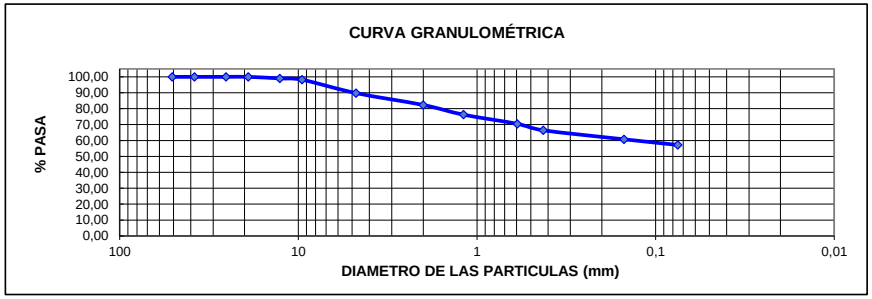
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
NE3	14,39	17,93	17,43	16,45%
NO7	13,65	17,30	16,78	16,61%
IN3	13,67	17,35	16,83	16,46%
IN5	14,42	17,95	17,45	16,50%
				17,00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		75,00	**W ret Nº200+rec:**		392,31	
W rec + m:		816,31	**W ret Nº200:**		317,31	
W Seco Inicial (g)		741,31	**Suma W Retenidos**		317,31	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	7,25	7,25	0,98	0,98	99,02
(3/8)"	9,52	6,13	6,13	0,83	1,80	98,20
Nº4	4,75	62,31	62,31	8,41	10,21	89,79
Nº10	2,00	55,25	55,25	7,45	17,66	82,34
Nº16	1,19	45,23	45,23	6,10	23,76	76,24
Nº30	0,60	42,63	42,63	5,75	29,52	70,48
Nº40	0,43	30,22	30,22	4,08	33,59	66,41
N ° 100	0,15	41,98	41,98	5,66	39,25	60,75
N ° 200	0,08	26,31	26,31	3,55	42,80	57,20
Fondo	0,00	424,00	424,00	57,20	100,00	0,00
Total		741,31	741,31			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	89,8%	**LL:**	54%
TAMIZ Nº200:	57,2%	**IP:**	37%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	5.50 - 6.00	
FECHA	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007	

HUMEDAD NATURAL

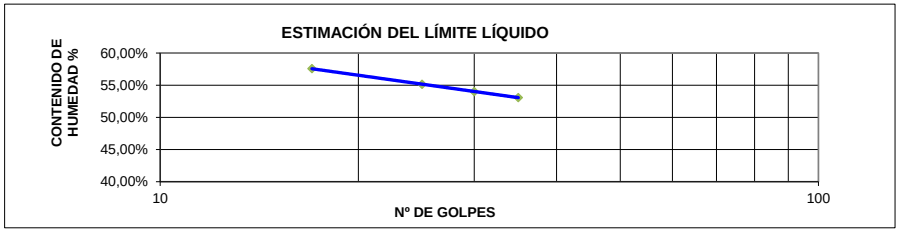
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
J12	4,62	32,47	28,47	16,77%
TT3	4,68	32,59	28,63	16,53%
CA3	4,26	34,64	30,35	16,44%
CE1	4,52	33,23	29,15	16,58%
				17,00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
EN6	35	14,70	29,06	24,08	53,09%
HI4	30	14,67	29,04	24,00	54,02%
HI5	25	14,68	29,03	23,93	55,14%
HI6	17	14,67	28,60	23,51	57,58%
					55,00%

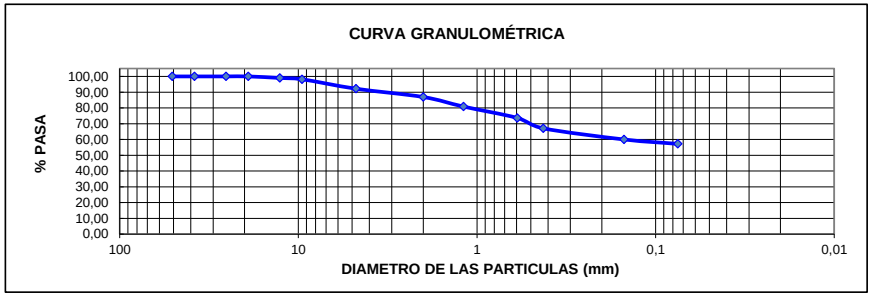
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
L10	14,00	17,45	16,92	18,15%
L6	12,90	16,34	15,82	17,81%
LP9	12,89	16,32	15,80	17,87%
LP15	12,92	16,37	15,85	17,75%
				18,00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		70,26	**W ret Nº200+rec:**		381,65	
W rec + m:		798,22	**W ret Nº200:**		311,39	
W Seco Inicial (g)		727,96	**Suma W Retenidos**		311,39	
Tamiz	**Tamaño (mm)**	**Peso Ret. (gr)**	**Peso Ret. corregido (gr)**	**Retenido (%)**	**Ret. Acum. (%)**	**Pasa (%)**
2"	50,8	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,1	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(3/4)"	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
(1/2)"	12,7	7,12	7,12	0,98	0,98	99,02
(3/8)"	9,52	6,23	6,23	0,86	1,83	98,17
Nº4	4,75	43,51	43,51	5,98	7,81	92,19
Nº10	2,00	38,12	38,12	5,24	13,05	86,95
Nº16	1,19	44,25	44,25	6,08	19,13	80,87
Nº30	0,60	52,33	52,33	7,19	26,31	73,69
Nº40	0,43	48,25	48,25	6,63	32,94	67,06
N ° 100	0,15	51,25	51,25	7,04	39,98	60,02
N ° 200	0,08	20,33	20,33	2,79	42,78	57,22
Fondo	0,00	416,57	416,57	57,22	100,00	0,00
Total		727,96	727,96			



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	92,2%	**LL:**	55%
TAMIZ Nº200:	57,2%	**IP:**	37,0%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD			

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

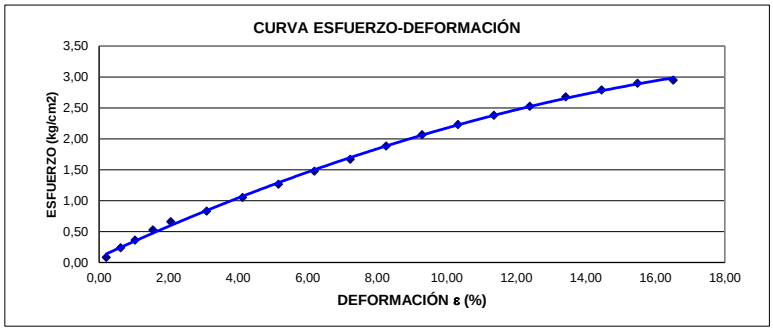
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	ENTRE CLL 3 Y 4, CORREGIMIENTO SAN ANTERITO, MUNICIPIO DE MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00
FECHA:	ENERO DE 2024	**CÓDIGO**	0124007

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA ARENOSA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO VETAS GRISES

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	6,00	cm	Área =	28,27	cm^2
Altura =	12,30	cm	Volumen =	347,77	cm^3
Peso =	695,14	gr.	Peso Unitario =	19,99	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	139,68	KN/m^2

Deformación (pulg.-3)	Tiempo (min)	Carga (N.)	Deformación Total (cm.)	Deformación Unitaria (%)	Carga (Kg.)	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo ($kg./cm^2$)
10	0,12	24	0,03	0,21	2,39	28,33	0,08
30	0,41	68	0,08	0,62	6,77	28,45	0,24
50	0,70	103	0,13	1,03	10,35	28,57	0,36
75	0,99	151	0,19	1,55	15,12	28,72	0,53
100	1,28	191	0,25	2,07	19,10	28,87	0,66
150	1,57	243	0,38	3,10	24,28	29,18	0,83
200	1,86	310	0,51	4,13	31,04	29,49	1,05
250	2,15	378	0,64	5,16	37,81	29,81	1,27
300	2,44	446	0,76	6,20	44,58	30,14	1,48
350	2,73	509	0,89	7,23	50,94	30,48	1,67
400	3,02	581	1,02	8,26	58,11	30,82	1,89
450	3,31	645	1,14	9,29	64,48	31,17	2,07
500	3,60	704	1,27	10,33	70,45	31,53	2,23
550	3,89	760	1,40	11,36	76,02	31,90	2,38
600	4,18	816	1,52	12,39	81,59	32,27	2,53
650	4,47	876	1,65	13,42	87,56	32,66	2,68
700	4,76	923	1,78	14,46	92,34	33,05	2,79
750	5,05	971	1,91	15,49	97,11	33,46	2,90
800	5,34	999	2,03	16,52	99,90	33,87	2,95



Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**C.B.R. INALTERADO**	**V2**

NOMBRE DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EN EL CORREGIMIENTO SAN ANTERITO DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

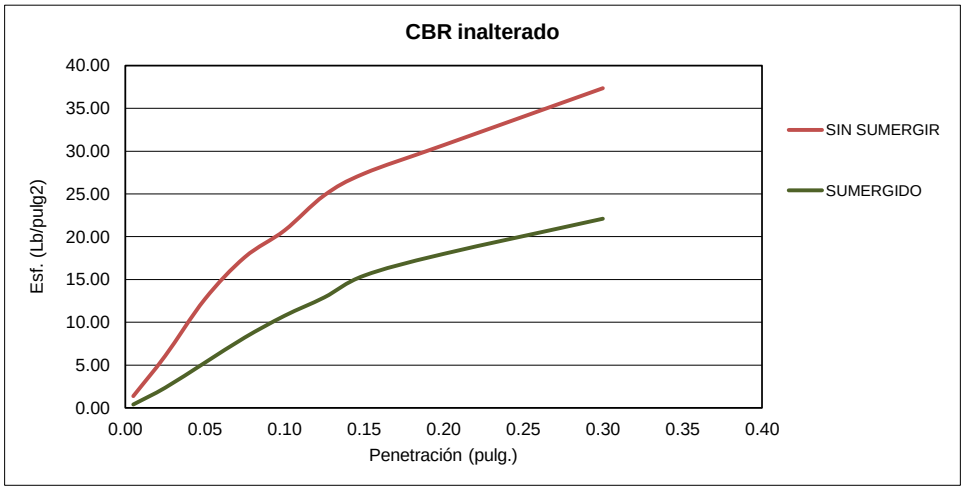
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: CORREGIMIENTO SAN ANTERITO DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

FECHA: ENERO DE 2024

CÓDIGO: 0124007

CONTRATISTA: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

COORDENADAS (WGS84)	8°33'41.52"N		75°51'28.30"O	
Molde Nº	**CBR 1**		**CBR 1**	
	SIN SUMERGIR		**SUMERGIDO**	
Penetración (pulg.)	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**
0.005	0.02	1.37	0.01	0.39
0.025	0.08	6.06	0.03	2.35
0.050	0.17	12.71	0.07	5.28
0.075	0.23	17.60	0.11	8.21
0.100	0.28	20.73	0.14	10.76
0.125	0.33	24.84	0.17	12.91
0.150	0.37	27.38	0.21	15.45
0.200	0.41	30.71	0.24	17.99
0.300	0.50	37.36	0.29	22.10
0.400				
0.500				
CBR CORR 0.1"	**2.07%**		1.08%	
CBR CORR 0.2"	2.05%		**1.20%**	



Nº CBR	**LECTURA INICIAL L1 (mm)**	**LECTURA FINAL L2 (mm)**	**% DE EXPANSIÓN**	**Clasificación**
1	5.080	7.493	2.07	Suelo moderadamente expansivo

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.	**C.B.R. INALTERADO**	**V2**

NOMBRE DEL PROYECTO: ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EN EL CORREGIMIENTO SAN ANTERITO DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

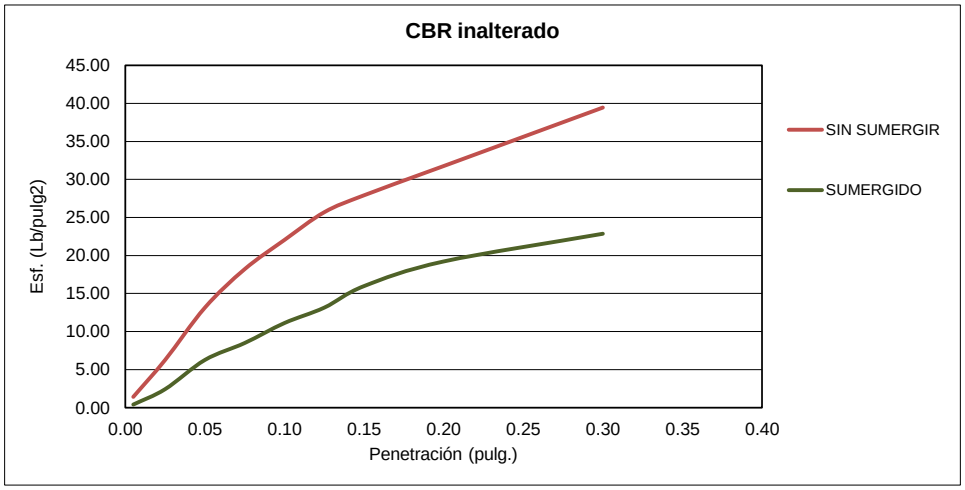
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO: CORREGIMIENTO SAN ANTERITO DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA, DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.

FECHA: ENERO DE 2024

CÓDIGO: 0124007

CONTRATISTA: ALCALDIA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

COORDENADAS (WGS84)	8°33'41.62"N		75°51'28.13"O	
Molde Nº	**CBR 2**		**CBR 2**	
	SIN SUMERGIR		**SUMERGIDO**	
Penetración (pulg.)	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**	**Lect. Dial (KN)**	**Esf. (Lb/pulg^2)**
0.005	0.02	1.42	0.01	0.40
0.025	0.08	6.27	0.03	2.43
0.050	0.18	13.15	0.08	6.27
0.075	0.24	18.21	0.11	8.50
0.100	0.29	22.05	0.15	11.13
0.125	0.34	25.69	0.18	13.15
0.150	0.37	27.92	0.21	15.98
0.200	0.42	31.76	0.26	19.22
0.300	0.53	39.45	0.31	22.86
0.400				
0.500				
CBR CORR 0.1"	**2.21%**		1.11%	
CBR CORR 0.2"	2.12%		**1.28%**	



Nº CBR	**LECTURA INICIAL L1 (mm)**	**LECTURA FINAL L2 (mm)**	**% DE EXPANSIÓN**	**Clasificación**
2	5.334	7.874	2.18	Suelo moderadamente expansivo

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ R
M.P. 22202166765COR

Ing. de calidad PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL APARATO DE LAMBE

CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S NIT:900522077-1 | **FC-expansion-018**

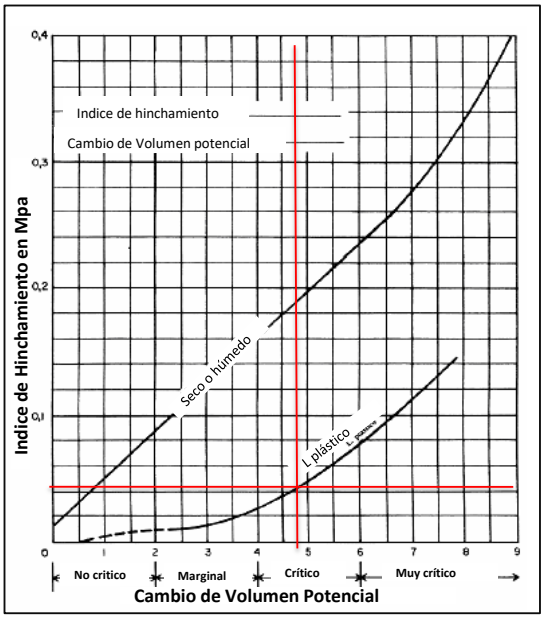
PROYECTO: PARQUE SAN ANTERITO
LOCALIZACIÓN: CORREGIMIENTO SAN ATERITO, MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA: ENERO DE 2024
SONDEO: 1
PROFUNDIDAD (m): 0.50 - 1.00

Método de Ensayo de Referencia:I.N.V. E 120-07

Compactación de la probeta	
Humedad Limite Plastico	18,00%
No de Capas	1
No de golpes por Capa	5
Energía por unidad de volumen	Próctor Normal (INV E-141)

ϕ de la Probeta (mm)	70
h probeta (mm)	22
Área de la Probeta (mm²)	3848
P (kg)	0,15

Tiempo (min)	Lectura Dial	Lectura (N)
1	9,0	27,27
2	12,0	36,36
3	14,5	43,94
4	16,5	50,00
5	18,0	54,55
10	25,0	75,76
15	34,0	103,03
30	46,0	139,39
60	49,5	150,00
90	52,0	157,58
120	53,5	162,12



Fuerza (N)	162,12	
Indice de Hinchamiento (Mpa)	0,042	
Cambio de Volumen Potencial % PVC	4,75	**CRITICO**

Ing. Civil NATHALIA HERNANDEZ
M.P. 22202166765COR

Ing. Geotecnista PABLO CASTILLA NEGRETE
M.P. 1320251172BLV

Los resultados presentados corresponden solamente a la muestra entregada al laboratorio y sometida a ensayo.

Se próhibe la reproducción parcial o total sin la aprobación por escrito del laboratorio.

Calle 27 N° 6-12 Monteria Tel: 781 6379 Cell 300 810 1960 E-mail: consultoriasgeotecniayambiente@gmail.com

Cordoba - Colombia

ANEXO 3.
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN
(EN CD)

ICONTEC ES MIEMBRO DE

IQNET

icontec

ISO 9001

ICONTEC Certifica que el Sistema de Gestión de la organización:
ICONTEC certifies that the Organization's Management System of:

CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.

Calle 27 No. 6 - 12, Montería, Córdoba, Colombia

ha sido auditado y aprobado con respecto a los requisitos especificados en:
has been audited and approved based on the specified requirements of:

ISO 9001:2015

Este Certificado es aplicable al siguiente alcance:
This certificate is applicable to the following scope:

Prestación de Servicios de Consultoría para Estudios y Diseños en Ingeniería Civil y Ambiental. Prestación de Servicios de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concretos y Pavimentos.

Provision of Consulting Services for Studies and Design in Civil and Environmental Engineering. Provision of Services Soil Testing Laboratory, Concrete and Flooring.

Esta aprobación está sujeta a que el sistema de gestión se mantenga de acuerdo con los requisitos especificados, lo cual será verificado por ICONTEC

This approval is subject to the maintenance of the management system according to the specified requirements, which will be verified by ICONTEC

Certificado: **SC-CER290069**
Certificate:

Fecha de Otorgamiento:	**2014-01-29**
Fecha de Vencimiento del Ciclo Previo:	**2023-01-28**
Fecha de Inicio del ciclo actual de certificación:	**2023-01-29**
Fecha de Vencimiento ciclo actual:	**2026-01-28**
Fecha de Auditoria de Recertificación:	**2022-11-22**
Fecha de Revisión:	**2023-01-06**

Roberto Enrique Montoya Villa
Director Ejecutivo

icontec

ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17021-1:2015
09-CSG-001

MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF

Este certificado es propiedad de ICONTEC y debe ser devuelto cuando sea solicitado ICONTEC carrera 37 nro. 52-95, Bogotá D.C., Colombia

ICONTEC ES MIEMBRO DE

IQNET

Building trust together

Certificate

ICONTEC has issued an IQNet recognized certificate that the **organization**

CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.

Calle 27 No. 6 - 12, Montería, Córdoba, Colombia

has implemented and maintains a

Quality Management System

for the following scope:

Prestación de Servicios de Consultoría para Estudios y Diseños en Ingeniería Civil y Ambiental. Prestación de Servicios de Ensayos de Laboratorio de Suelos, Concretos y Pavimentos.

Provision of Consulting Services for Studies and Design in Civil and Environmental Engineering. Provision of Services Soil Testing Laboratory, Concrete and Flooring.

ISO 9001:2015

Issued on: 2014-01-29
Expires on: 2026-01-28

This attestation is directly linked to the IQNet Partner's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

Registration Number: CO-SC-CER290069

Alex Stoichitoiu
President of IQNet

Roberto Enrique Montoya Villa
CEO of ICONTEC

This attestation is directly linked to the IQNET Member's original certificate and shall not be used as a stand-alone document

IQNET Members*:
AENOR Spain **AFNOR** Certification France **APCER** Portugal **CCC** Cyprus **CISQ** Italy **CQC** China **CQM** China **CQS** Czech Republic **Cro Cert** Croatia **DQS Holding GmbH** Germany **EAGLE Certification Group** USA **FCAV** Brazil **FONDONORMA** Venezuela **ICONTEC** Colombia **ICS** Bosnia and Herzegovina **Inspecta Sertifiointi Oy** Finland **INTECO** Costa Rica **IRAM** Argentina **JQA** Japan **KFQ** Korea **LSQA** Uruguay **MIRTEC** Greece **MSZT** Hungary**Nemko AS** Norway **NSAI** Ireland **NYCE-SIGE** México **PCBC** Poland **Quality Austria** Austria **SII** Israel **SIQ** Slovenia **SIRIM QAS International** Malaysia **SQS** Switzerland **SRAC** Romania **TSE** Turkey **YUQS** Serbia

* The list of IQNet Members is valid at the time of issue of this certificate. Updated information is available under www.iqnet-certification.com

CERTIFICADO NÚMERO: **LME-509**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SOLICITANTE:	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE				
DIRECCIÓN:	CALLE 27 #6-12 MONTERÍA, CÓRDOBA			**NIT:**	900522077-1
INSTRUMENTO:	GRAMERA	**MARCA:**	ICM	**UBICACIÓN:**	DENSIDADES DE CAMPO
MODELO:	ACS-701	**SERIE:**	N/I	**CONDICIONES/EQUIPO:**	OPERABLE

CONDICIONES GENERALES

TEMPERATURA INICIAL:	25,3 °C	**TEMPERATURA FINAL:**	24,3 °C
HUMEDAD R. INICIAL:	56%	**HUMEDAD R. FINAL:**	55%

DATOS DE CALIBRACIÓN

FECHA DE RECEPCIÓN:	2023-05-23	**SITIO DE CALIBRACIÓN:**	**INSTALACIONES DE LABMET**
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2023-05-23	**FECHA EMISIÓN:**	2023-05-23

PATRONES UTILIZADOS

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA DE CALIBRACIÓN	CERTIFICADO N°
PESA INDIVIDUAL	DETECTO	PARALELEPÍPEDO	01	2022-11-11	53967 C
PESAS INDIVIDUALES	DETECTO	PARALELEPÍPEDO	01 A LA 02	2022-11-11	53968 C
PESAS INDIVIDUALES	DETECTO	PARALELEPÍPEDO	01 A LA 03	2022-11-11	53969 C

MÉTODO UTILIZADO

Los datos de calibración se obtuvieron empleando el método de comparación directa, entre las indicaciones del patron y la del instrumento de prueba según procedimiento interno LMT C-BAL V1.0 basado en la GUÍA SIM MWG7/cg-01/v.00: 2009.

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente autorización por escrito de LABMET S.A.S. Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan unicamente a los items sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, el laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento calibrado.
Los certificados sin firmar no tienen validez.

ELABORADO POR:

Ing. Stiven Villadiego
Cédula. 1.104.430.632
Reg. Invima. RH-2020-02-097
Director Lab. Metrológico

CERTIFICADO NÚMERO: **LME-509**

RESULTADOS

MASA (Kg)						
REFERENCIA	**MEDIA**	**ERROR**	**μe(±)**	**MÍNIMO**	**MÁXIMO**	**FACTOR DE COBERTURA (k)**
5	5,00	0,00	0,58	5	5	2,00
20	19,99	0,01	0,58	19,99	19,99	2,00
30	29,98	0,02	0,58	29,98	29,98	2,00
40	39,98	0,02	0,58	39,98	39,98	2,00

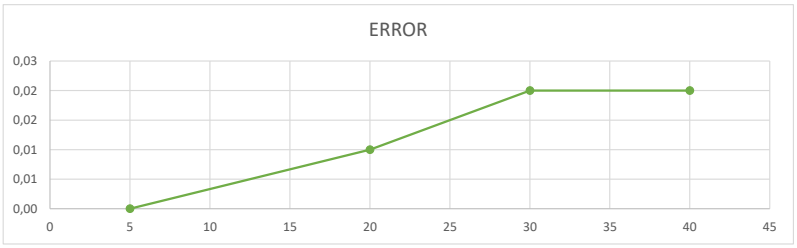


Figura 1. ERROR DE MEDIDA DE MASA

NOTA: SE TOMARON UNA SERIE DE MEDICIONES PARA CADA PUNTO ESCOGIDO, ESTOS DATOS FUERON ANEXADOS EN UNA HOJA DE DATOS EXTERNA AL CERTIFICADO PARA LA REALIZACIÓN DE LOS CALCULOS CORRESPONDIENTES.

FIN DEL CERTIFICADO

ELABORADO POR:

Ing. Stiven Villadiego
Cédula. 1.104.430.632
Reg. Invima. RH-2020-02-097
Director Lab. Metrológico

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
12-LAC-048

Número: **53967 C**

SOLICITANTE	**LABMET S.A.S.**
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	**CARRERA 16 # 34 A - 04 MONTERÍA**
INSTRUMENTO	**PESA INDIVIDUAL**
FABRICANTE	**DETECTO**
MODELO	**PARALELEPÍPEDO**
NÚMERO DE SERIE	**01**
CÓDIGO	**N.I.**
INTERVALO DE MEDICIÓN	**5 kg**
MATERIAL PESAS	**HIERRO FUNDIDO (GRIS)**
DENSIDAD	**7,1 g/cm^3**
SITIO DE CALIBRACIÓN	**LABORATORIO DE GRANDES MASAS SEDE CALI**
FECHA RECEPCIÓN INSTRUMENTO	**2022 -11 -01**
FECHA DE CALIBRACIÓN	**2022 -11 -11**

FIRMA AUTORIZADA

Autorizado por:
Calibrado por: **Juan Pablo Florez G.**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan solamente a los ítems sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

1. TRAZABILIDAD

El laboratorio establece la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que se encuentran relacionadas a patrones primarios que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
La vinculación se logra a través del uso de instrumentos patrón calibrados por laboratorios acreditados por organismos de acreditación, firmantes de Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

2. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k = 2 con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %.
La incertidumbre de medición expandida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, del procedimiento de calibración, de las condiciones ambientales y de la corrección del empuje del aire.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El valor de masa convencional de la(s) pesa(s) se determina por el método de comparación con las pesas patrón, usando el esquema de sustitución simple (ABA).

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMOSFÉRICA	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
903,1 hPa	22,6 °C	46,1 % hr - 46,3 % hr

Nota: Las condiciones reportadas son las condiciones máximas y minimas en el sitio y momento de la calibración.

5. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN

PESAS PATRÓN CLASE : **F1**

CERTIFICADO Nº	51983 C
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-04-29
CALIBRADAS POR	Laboratorio Detecto de Colombia.

6. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican que el error, en masa convencional, está dentro de los límites de exactitud permitidos para pesas clase M1, errores en masa convencional de acuerdo con lo enunciado en la NTC 1848:2007 numeral 5 tabla 1 (Errores máximos permisibles en masa convencional para pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3).

7. TABLA DE RESULTADOS

Serie ó Marca	Valor Nominal g	Error Medido g	Incertidumbre (Exp) ± g	EMP ± g
5 kg	5000	0,002	0,083	0,25

8. OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue enviada con el (los) instrumento (s).
2. Para la prestación del servicio, el contacto fue: Stiven Villadiego.
3. Se recomienda no golpear la(s) pesa(s).
4. La(s) pesa(s) debe(n) colocarse sobre superficies limpias, en lugares secos, alejada(s) de la humedad y evitar exponerla(s) a la intemperie.

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2022 -11 -19

FIN DEL CERTIFICADO

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
12-LAC-048

Número: **53968 C**

SOLICITANTE	**LABMET S.A.S.**
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	**CARRERA 16 # 34 A - 04 MONTERÍA**
INSTRUMENTO	**PESAS INDIVIDUALES**
FABRICANTE	**DETECTO**
MODELO	**PARALELEPÍPEDO**
NÚMERO DE SERIE	**01 A LA 02**
CÓDIGO	**N.I.**
INTERVALO DE MEDICIÓN	**10 kg**
MATERIAL PESAS	**HIERRO FUNDIDO (GRIS)**
DENSIDAD	**7,1 g/cm^3**
SITIO DE CALIBRACIÓN	**LABORATORIO DE GRANDES MASAS SEDE CALI**
FECHA RECEPCIÓN INSTRUMENTO	**2022 -11 -01**
FECHA DE CALIBRACIÓN	**2022 -11 -11**

FIRMA AUTORIZADA

Autorizado por:
Calibrado por: **Juan Pablo Florez G.**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan solamente a los ítems sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

1. TRAZABILIDAD

El laboratorio establece la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que se encuentran relacionadas a patrones primarios que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
La vinculación se logra a través del uso de instrumentos patrón calibrados por laboratorios acreditados por organismos de acreditación, firmantes de Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

2. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k = 2 con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %.
La incertidumbre de medición expandida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, del procedimiento de calibración, de las condiciones ambientales y de la corrección del empuje del aire.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El valor de masa convencional de la(s) pesa(s) se determina por el método de comparación con las pesas patrón, usando el esquema de sustitución simple (ABA).

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMOSFÉRICA	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
902,9 hPa - 903,0 hPa	22,4 °C - 22,5 °C	45,6 % hr - 46,0 % hr

Nota: Las condiciones reportadas son las condiciones máximas y minimas en el sitio y momento de la calibración.

5. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN

PESAS PATRÓN CLASE : **F1**

CERTIFICADO Nº	51982 C
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-04-29
CALIBRADAS POR	Laboratorio Detecto de Colombia.

6. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican que el error, en masa convencional, está dentro de los límites de exactitud permitidos para pesas clase M1, errores en masa convencional de acuerdo con lo enunciado en la NTC 1848:2007 numeral 5 tabla 1 (Errores máximos permisibles en masa convencional para pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3).

7. TABLA DE RESULTADOS

Serie ó Marca	Valor Nominal g	Error Medido g	Incertidumbre (Exp) ± g	EMP ± g
01	10000	0,01	0,17	0,5
02	10000	0,01	0,17	0,5

8. OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue enviada con el (los) instrumento (s).
2. Para la prestación del servicio, el contacto fue: Stiven Villadiego.
3. Se recomienda no golpear la(s) pesa(s).
4. La(s) pesa(s) debe(n) colocarse sobre superficies limpias, en lugares secos, alejada(s) de la humedad y evitar exponerla(s) a la intemperie.

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2022 -11 -19

FIN DEL CERTIFICADO

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DETECTO DE COLOMBIA LTDA.

ÁREA DE MASA

Certificado de Calibración

ISO/IEC 17025:2017
12-LAC-048

Número: **53969 C**

SOLICITANTE	**LABMET S.A.S.**
DIRECCIÓN DEL SOLICITANTE	**CARRERA 16 # 34 A - 04 MONTERÍA**
INSTRUMENTO	**PESAS INDIVIDUALES**
FABRICANTE	**DETECTO**
MODELO	**PARALELEPÍPEDO**
NÚMERO DE SERIE	**01 A LA 03**
CÓDIGO	**N.I.**
INTERVALO DE MEDICIÓN	**20 kg**
MATERIAL PESAS	**HIERRO FUNDIDO (GRIS)**
DENSIDAD	**7,1 g/cm^3**
SITIO DE CALIBRACIÓN	**LABORATORIO DE GRANDES MASAS SEDE CALI**
FECHA RECEPCIÓN INSTRUMENTO	**2022 -11 -01**
FECHA DE CALIBRACIÓN	**2022 -11 -11**

FIRMA AUTORIZADA

Autorizado por:
Calibrado por: **Juan Pablo Florez G.**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido previamente permiso por escrito del laboratorio que lo emite.
Los resultados contenidos en el presente certificado se relacionan solamente a los ítems sometidos a calibración y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.
Los certificados de calibración sin firmar no tienen validez.

1. TRAZABILIDAD

El laboratorio establece la trazabilidad de las mediciones al Sistema Internacional de Unidades por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones que se encuentran relacionadas a patrones primarios que realizan las unidades de medida de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).
La vinculación se logra a través del uso de instrumentos patrón calibrados por laboratorios acreditados por organismos de acreditación, firmantes de Acuerdos de Reconocimiento Mutuo.
El usuario está obligado a calibrar el instrumento a intervalos apropiados.

2. INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre de medición reportada se ha determinado multiplicando la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k = 2 con el cual se logra un nivel de confianza de aproximadamente 95,45 %.
La incertidumbre de medición expandida fue calculada de los componentes de incertidumbre de medida del patrón de referencia usado, del procedimiento de calibración, de las condiciones ambientales y de la corrección del empuje del aire.
La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

El valor de masa convencional de la(s) pesa(s) se determina por el método de comparación con las pesas patrón, usando el esquema de sustitución simple (ABA).

La incertidumbre fue evaluada tomando como referencia el anexo C numeral C.6 de la NTC 1848:2007.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

PRESIÓN ATMOSFÉRICA	TEMPERATURA DEL AIRE	HUMEDAD RELATIVA DEL AIRE
902,8 hPa - 902,9 hPa	22,3 °C - 22,4 °C	44,9 % hr - 45,5 % hr

Nota: Las condiciones reportadas son las condiciones máximas y minimas en el sitio y momento de la calibración.

5. IDENTIFICACIÓN DEL PATRÓN DE CALIBRACIÓN

PESAS PATRÓN CLASE : **F1**

CERTIFICADO Nº	CAP-351-22
FECHA DE CALIBRACIÓN	2022-04-04
CALIBRADAS POR	Laboratorio de Calibración WR.

6. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

Los resultados de calibración indican que el error, en masa convencional, está dentro de los límites de exactitud permitidos para pesas clase M1, errores en masa convencional de acuerdo con lo enunciado en la NTC 1848:2007 numeral 5 tabla 1 (Errores máximos permisibles en masa convencional para pesas de clases E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3, M3).

7. TABLA DE RESULTADOS

Serie ó Marca	Valor Nominal g	Error Medido g	Incertidumbre (Exp) ± g	EMP ± g
01	20000	0,07	0,33	1,0
02	20000	0,07	0,33	1,0
03	20000	0,07	0,33	1,0

8. OBSERVACIONES

1. La estampilla de calibración fue enviada con el (los) instrumento (s).
2. Para la prestación del servicio, el contacto fue: Stiven Villadiego.
3. Se recomienda no golpear la(s) pesa(s).
4. La(s) pesa(s) debe(n) colocarse sobre superficies limpias, en lugares secos, alejada(s) de la humedad y evitar exponerla(s) a la intemperie.

FECHA DE EXPEDICIÓN: 2022 -11 -19

FIN DEL CERTIFICADO

Bogotá D.C. Calle 91 # 49 A - 24 B/. La Castellana PBX: 634 8173 E-mail: bogota@detectodecolombia.com
Cali sur Calle 5B4 # 38 - 75 B/. San Fernando PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Cali norte Calle 47N # 6AN - 71 B/. El Bosque PBX: 558 6060 E-mail: cali@detectodecolombia.com
Envigado Diagonal 32 D # 32 A Sur - 19 B/. La Magnolia PBX: 4441490 E-mail: medellin@detectodecolombia.com
www.detectodecolombia.com.co

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PC-180
Número de Serie *Serial Number*	233
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 16
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,1 kN
Resolución	0,1 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	20 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\ y\ 3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	**100,0**	100,53	100,79	----	100,56	----	100,63
20	**200,0**	201,78	201,81	----	202,06	----	201,88
30	**300,0**	303,41	302,57	----	302,51	----	302,83
40	**400,0**	403,12	402,90	----	403,65	----	403,22
50	**500,0**	504,08	501,10	----	503,37	----	502,85
60	**600,0**	604,01	602,99	----	602,92	----	603,31
70	**700,0**	705,61	704,04	----	703,02	----	704,22
80	**800,0**	803,92	801,80	----	803,99	----	803,24
90	**900,0**	906,62	907,48	----	905,27	----	906,45
100	**1 000,0**	1 006,8	1 006,9	----	1 006,9	----	1 006,9

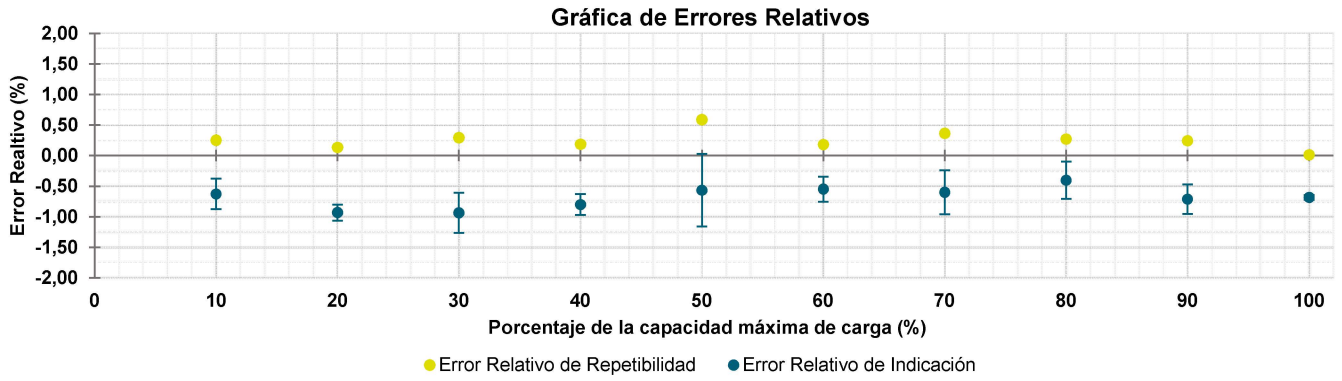
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
10	**100,0**	-0,63	0,25	----	0,100	0,25	0,25	2,65
20	**200,0**	-0,93	0,14	----	0,050	0,27	0,13	2,37
30	**300,0**	-0,93	0,30	----	0,033	0,98	0,33	3,31
40	**400,0**	-0,80	0,18	----	0,025	0,69	0,17	2,87
50	**500,0**	-0,57	0,59	----	0,020	3,0	0,59	3,31
60	**600,0**	-0,55	0,18	----	0,017	1,2	0,21	3,31
70	**700,0**	-0,60	0,37	----	0,014	2,5	0,36	3,31
80	**800,0**	-0,40	0,27	----	0,013	2,4	0,30	3,31
90	**900,0**	-0,71	0,24	----	0,011	2,2	0,24	3,31
100	**1 000,0**	-0,684	0,015	----	0,010	0,39	0,039	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Montería · Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	30,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	30,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	74 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	70 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-1,31307 E00	1,02393 E00	-4,41433 E-05	2,87597 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	100,67	110,82	120,97	131,11	141,25
150,0	151,38	161,50	171,62	181,73	191,84
200,0	201,94	212,03	222,12	232,21	242,29
250,0	252,36	262,43	272,50	282,56	292,62
300,0	302,67	312,72	322,77	332,81	342,85
350,0	352,89	362,92	372,95	382,98	393,01
400,0	403,04	413,06	423,08	433,10	443,12
450,0	453,14	463,15	473,17	483,18	493,20
500,0	503,21	513,22	523,24	533,25	543,27
550,0	553,28	563,30	573,31	583,33	593,35
600,0	603,37	613,39	623,41	633,43	643,46
650,0	653,49	663,52	673,55	683,59	693,63
700,0	703,67	713,72	723,77	733,82	743,88
750,0	753,94	764,00	774,07	784,14	794,22
800,0	804,30	814,39	824,48	834,58	844,69
850,0	854,80	864,91	875,03	885,16	895,29
900,0	905,43	915,58	925,73	935,90	946,06
950,0	956,24	966,42	976,61	986,81	997,02
1 000,0	1 007,2				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,0	100,63	100,67	0,0
200,0	201,88	201,94	0,1
300,0	302,83	302,67	- 0,2
400,0	403,22	403,04	- 0,2
500,0	502,85	503,21	0,4
600,0	603,31	603,37	0,1
700,0	704,22	703,67	- 0,6
800,0	803,24	804,30	1,1
900,0	906,45	905,43	- 1,0
1 000,0	1 006,9	1 007,2	0,3

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=3,307 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-001

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA MANUAL CON ANILLO DE CARGA
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	No presenta
Número de Serie *Serial Number*	10105
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-003
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	800 Unidad Dial
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	06

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	No Identificable
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Analógica
División de Escala	1 Unidad Dial
Resolución	0,5 Unidad Dial
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	50 Unidad Dial

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1, 2 y 3}$
%	Unidad Dial	kN	kN	----	kN	----	kN
20	160	0,517 6	0,519 6	----	0,518 2	----	0,518 5
30	240	0,806 6	0,810 2	----	0,810 2	----	0,809 0
40	320	1,087 3	1,091 5	----	1,088 8	----	1,089 2
50	400	1,367 7	1,371 7	----	1,370 5	----	1,370 0
60	480	1,654 1	1,651 3	----	1,651 0	----	1,652 1
70	560	1,934 1	1,931 0	----	1,929 6	----	1,931 6
80	640	2,218 6	2,215 4	----	2,214 3	----	2,216 1
90	720	2,498 0	2,494 8	----	2,488 9	----	2,493 9
100	800	2,781 2	2,779 8	----	2,778 1	----	2,779 7

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

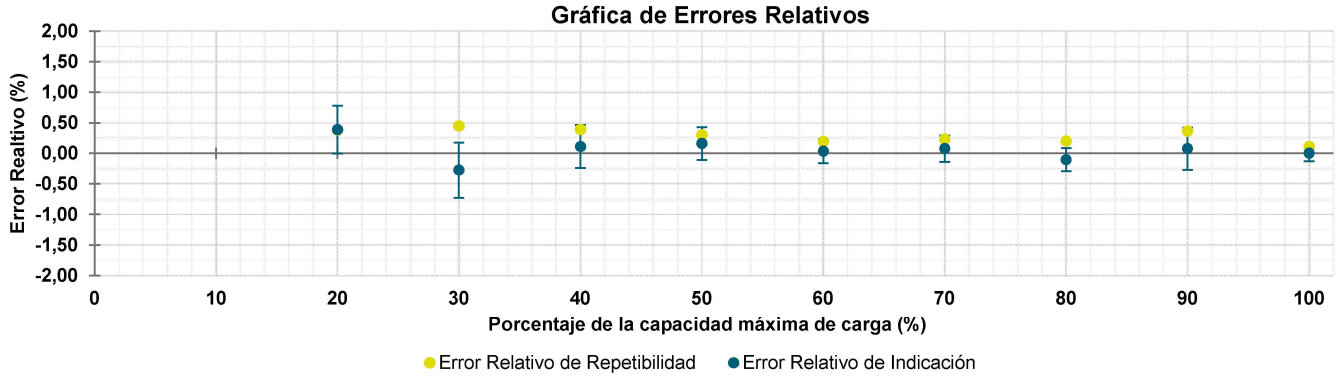
Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC (*)		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	kN (*)	%	%	%	%	kN	%	-----
20	**0,520**	0,39	0,38	----	0,334	2,0E-03	0,39	2,13
30	**0,807**	-0,28	0,45	----	0,215	3,6E-03	0,45	2,52
40	**1,090**	0,11	0,39	----	0,159	3,8E-03	0,35	2,52
50	**1,372**	0,16	0,30	----	0,127	3,7E-03	0,27	2,37
60	**1,653**	0,04	0,19	----	0,105	3,3E-03	0,20	2,21
70	**1,933**	0,07	0,23	----	0,090	4,1E-03	0,21	2,32
80	**2,214**	-0,10	0,20	----	0,078	4,1E-03	0,19	2,26
90	**2,496**	0,08	0,36	----	0,070	8,6E-03	0,35	2,87
100	**2,780**	0,00	0,11	----	0,063	3,7E-03	0,13	2,06

(*) Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la página 4 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria - Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	30,9 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	30,2 °C
Humedad Relativa Máxima:	70 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	65 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-6,34841 E-02	3,71000 E-03	-3,97051 E-07	2,58115 E-10		9,9999 E-01

Ecuación 1: donde F (Unidad Dial) es la fuerza calculada y X (Unidad Dial) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (Unidad Dial)

Indicación Unidad Dial	0	8	16	24	32
160	0,521 01	0,549 81	0,578 58	0,607 32	0,636 03
200	0,664 70	0,693 34	0,721 95	0,750 53	0,779 09
240	0,807 61	0,836 11	0,864 59	0,893 03	0,921 45
280	0,949 85	0,978 23	1,006 6	1,034 9	1,063 2
320	1,091 5	1,119 8	1,148 0	1,176 3	1,204 5
360	1,232 7	1,260 9	1,289 1	1,317 2	1,345 4
400	1,373 5	1,401 6	1,429 7	1,457 9	1,485 9
440	1,514 0	1,542 1	1,570 2	1,598 3	1,626 3
480	1,654 4	1,682 4	1,710 5	1,738 5	1,766 6
520	1,794 6	1,822 7	1,850 8	1,878 8	1,906 9
560	1,934 9	1,963 0	1,991 1	2,019 1	2,047 2
600	2,075 3	2,103 4	2,131 5	2,159 7	2,187 8
640	2,215 9	2,244 1	2,272 3	2,300 5	2,328 7
680	2,356 9	2,385 1	2,413 4	2,441 6	2,469 9
720	2,498 2	2,526 6	2,554 9	2,583 3	2,611 7
760	2,640 1	2,668 5	2,697 0	2,725 5	2,754 0
800	2,782 6				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC Unidad Dial	Promedio S1, 2 y 3 kN (*)	Por Interpolación kN (*)	Residuales kN (*)
160	0,518 5	0,521 0	0,002 5
240	0,809 0	0,807 6	-0,001 4
320	1,089 2	1,091 5	0,002 3
400	1,370 0	1,373 5	0,003 5
480	1,652 1	1,654 4	0,002 2
560	1,931 6	1,934 9	0,003 3
640	2,216 1	2,215 9	-0,000 1
720	2,493 9	2,498 2	0,004 3
800	2,779 7	2,782 6	0,002 8

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

La Tabla 7 y Tabla 8 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 1 y Tabla 3 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (lbf) a (N) = 0,224 809 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Guie for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 7.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en lbf

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\ 2\ y\ 3}$
%	lbf	lbf	lbf	----	lbf	----	lbf
20	**117,01**	116,36	116,80	----	116,50	----	116,55
30	**181,38**	181,34	182,15	----	182,14	----	181,88
40	**245,14**	244,43	245,38	----	244,78	----	244,86
50	**308,47**	307,46	308,38	----	308,10	----	307,98
60	**371,55**	371,86	371,23	----	371,15	----	371,42
70	**434,56**	434,81	434,10	----	433,80	----	434,24
80	**497,68**	498,77	498,03	----	497,79	----	498,19
90	**561,07**	561,57	560,84	----	559,53	----	560,65
100	**624,93**	625,25	624,93	----	624,55	----	624,91

Tabla 8.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación Ajustada del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{\ p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	lbf	%	%	%	%	lbf	%	-----
20	**117,01**	0,39	0,38	----	0,334	0,46	0,39	2,13
30	**181,38**	-0,28	0,45	----	0,215	0,82	0,45	2,52
40	**245,14**	0,11	0,39	----	0,159	0,86	0,35	2,52
50	**308,47**	0,16	0,30	----	0,127	0,83	0,27	2,37
60	**371,55**	0,04	0,19	----	0,105	0,73	0,20	2,21
70	**434,56**	0,07	0,23	----	0,090	0,93	0,21	2,32
80	**497,68**	-0,10	0,20	----	0,078	0,93	0,19	2,26
90	**561,07**	0,08	0,36	----	0,070	1,9	0,35	2,87
100	**624,93**	0,00	0,11	----	0,063	0,82	0,13	2,06

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=2,869 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN.
Modelo	S9M/5kN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017418.
Certificado de Calibración	5577 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-28.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-002

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-003 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS MARSHALL
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR // LEXUS
Modelo *Model*	PA-9 // MATRIX // SG-BN-5T
Número de Serie *Serial Number*	268 // C8049251
Identificación Interna *Internal Identification*	LM-017
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	50 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	2 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación

Tabla 1.
Indicaciones como se recibe la máquina antes de ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón				Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	Promedio	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente	S1, 2 y 3	*q*	*b*
%	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20	**10,00**	10,091	10,089	10,093	10,091	-0,90	0,04
50	**25,00**	25,239	25,223	25,226	25,229	-0,91	0,06
100	**50,00**	50,462	50,466	50,460	50,463	-0,92	0,01

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	**5,00**	4,993 0	4,993 2	----	4,994 1	----	4,993 4
20	**10,00**	9,998 4	9,994 0	----	9,993 7	----	9,995 4
30	**15,00**	14,995	14,994	----	14,995	----	14,995
40	**20,00**	19,988	19,984	----	20,000	----	19,991
50	**25,00**	24,987	24,982	----	24,986	----	24,985
60	**30,00**	29,984	29,977	----	29,983	----	29,981
70	**35,00**	34,985	34,973	----	34,990	----	34,983
80	**40,00**	39,981	39,982	----	39,989	----	39,984
90	**45,00**	44,987	44,985	----	44,984	----	44,985
100	**50,00**	49,990	49,992	----	49,991	----	49,991

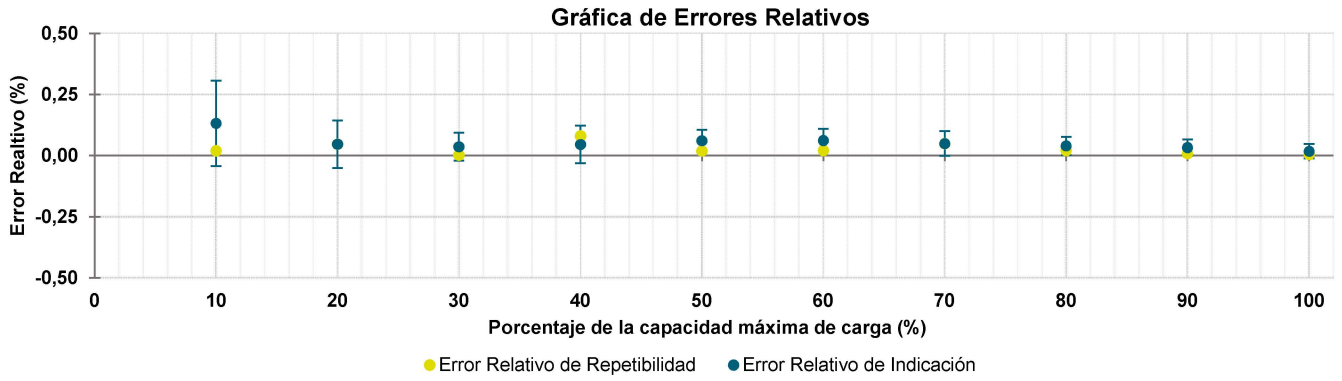
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 4.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
10	**5,00**	0,13	0,02	----	0,200	8,7E-03	0,17	2,01
20	**10,00**	0,05	0,05	----	0,100	9,7E-03	0,10	2,02
30	**15,00**	0,037	0,002	----	0,067	8,5E-03	0,057	2,01
40	**20,00**	0,046	0,080	----	0,050	0,015	0,077	2,26
50	**25,00**	0,060	0,019	----	0,040	0,011	0,045	2,01
60	**30,00**	0,062	0,021	----	0,033	0,014	0,047	2,01
70	**35,00**	0,049	0,049	----	0,029	0,018	0,051	2,13
80	**40,00**	0,039	0,021	----	0,025	0,015	0,037	2,02
90	**45,00**	0,033	0,008	----	0,022	0,015	0,033	2,01
100	**50,00**	0,018	0,005	----	0,020	0,015	0,030	2,01



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de concretos. de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria - Córdoba . Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	31,0 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	30,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	66 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-7,93333 E-03	1,00092 E00	-7,17949 E-05	1,07226 E-06		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	0,50	1,00	1,50	2,00
5,00	4,995 0	5,495 1	5,995 2	6,495 3	6,995 4
7,50	7,495 4	7,995 4	8,495 4	8,995 3	9,495 2
10,00	9,995 2	10,495	10,995	11,495	11,995
12,50	12,494	12,994	13,494	13,994	14,494
15,00	14,993	15,493	15,993	16,493	16,992
17,50	17,492	17,992	18,491	18,991	19,491
20,00	19,990	20,490	20,990	21,489	21,989
22,50	22,489	22,988	23,488	23,988	24,487
25,00	24,987	25,487	25,986	26,486	26,986
27,50	27,485	27,985	28,485	28,985	29,484
30,00	29,984	30,484	30,984	31,483	31,983
32,50	32,483	32,983	33,483	33,982	34,482
35,00	34,982	35,482	35,982	36,482	36,982
37,50	37,482	37,982	38,482	38,982	39,482
40,00	39,983	40,483	40,983	41,483	41,984
42,50	42,484	42,984	43,484	43,985	44,485
45,00	44,986	45,486	45,987	46,487	46,988
47,50	47,489	47,989	48,490	48,991	49,492
50,00	49,993				

Tabla 7.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
5,00	4,993 4	4,995 0	0,00
10,00	9,995 4	9,995 2	0,00
15,00	14,995	14,993	0,00
20,00	19,991	19,990	0,00
25,00	24,985	24,987	0,00
30,00	29,981	29,984	0,00
35,00	34,983	34,982	0,00
40,00	39,984	39,983	0,00
45,00	44,985	44,986	0,00
50,00	49,991	49,993	0,00

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=2,255 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN.
Modelo	14711.
Clase	0,5.
Número de Serie	017406.
Certificado de Calibración	5580 del INM.
Próxima Calibración	2022-11-10.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-003

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-004 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DOBLE RANGO PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PC-42-D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	2 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\ y\ 3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	**100,00**	99,169	99,187	----	99,196	----	99,184
20	**200,00**	199,96	199,87	----	199,80	----	199,88
30	**300,00**	299,97	299,53	----	299,09	----	299,53
40	**400,00**	399,72	399,43	----	398,97	----	399,38
50	**500,00**	499,52	499,32	----	499,14	----	499,33
60	**600,00**	599,41	598,51	----	598,31	----	598,75
70	**700,00**	699,00	697,74	----	697,52	----	698,09
80	**800,00**	799,02	798,54	----	798,45	----	798,67
90	**900,00**	899,46	898,79	----	897,98	----	898,74
100	**1 000,00**	999,99	999,38	----	999,15	----	999,51

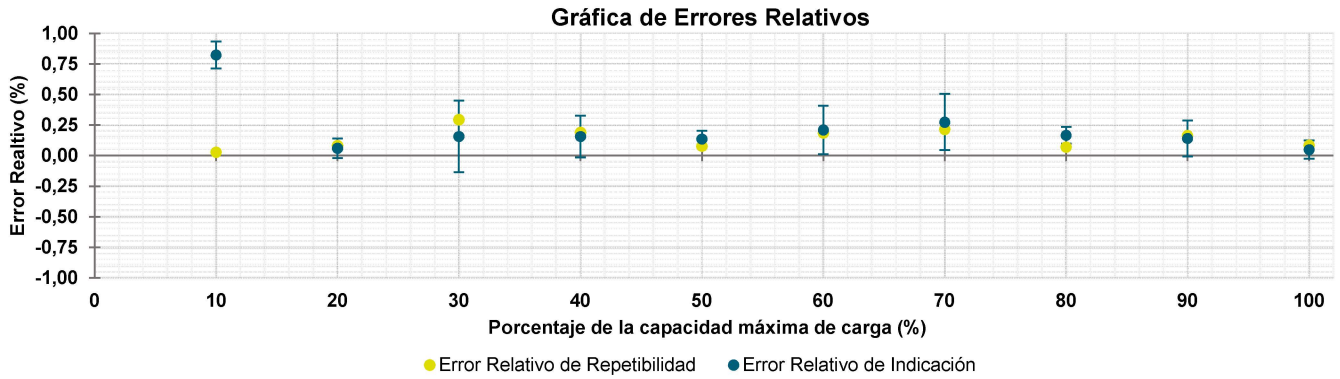
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	b	v	a	U		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
10	**100,00**	0,82	0,03	----	0,010	0,11	0,11	2,02
20	**200,00**	0,060	0,081	----	0,005	0,16	0,081	2,13
30	**300,00**	0,16	0,29	----	0,003	0,88	0,29	3,31
40	**400,00**	0,16	0,19	----	0,003	0,68	0,17	2,87
50	**500,00**	0,135	0,076	----	0,002	0,35	0,070	2,26
60	**600,00**	0,21	0,18	----	0,002	1,2	0,20	3,31
70	**700,00**	0,27	0,21	----	0,001	1,6	0,23	3,31
80	**800,00**	0,166	0,071	----	0,001	0,55	0,068	2,32
90	**900,00**	0,14	0,16	----	0,001	1,3	0,15	2,87
100	**1 000,00**	0,049	0,083	----	0,001	0,75	0,075	2,43



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria · Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,6 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	69 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	66 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-1,66700 E00	1,01220 E00	-3,16779 E-05	2,06950 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
100,00	99,257	109,32	119,38	129,43	139,48
150,00	149,52	159,56	169,59	179,62	189,65
200,00	199,67	209,69	219,70	229,72	239,72
250,00	249,73	259,73	269,73	279,72	289,71
300,00	299,70	309,69	319,67	329,65	339,63
350,00	349,61	359,59	369,56	379,53	389,50
400,00	399,47	409,44	419,40	429,37	439,33
450,00	449,29	459,26	469,22	479,18	489,14
500,00	499,10	509,06	519,02	528,98	538,94
550,00	548,90	558,87	568,83	578,79	588,75
600,00	598,72	608,69	618,65	628,62	638,59
650,00	648,56	658,54	668,51	678,49	688,47
700,00	698,45	708,43	718,42	728,41	738,40
750,00	748,39	758,39	768,39	778,40	788,40
800,00	798,42	808,43	818,45	828,47	838,50
850,00	848,53	858,56	868,60	878,64	888,69
900,00	898,74	908,80	918,86	928,93	939,00
950,00	949,08	959,16	969,25	979,34	989,44
1 000,00	999,55				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,00	99,184	99,257	0,07
200,00	199,88	199,67	- 0,21
300,00	299,53	299,70	0,17
400,00	399,38	399,47	0,09
500,00	499,33	499,10	- 0,23
600,00	598,75	598,72	- 0,03
700,00	698,09	698,45	0,36
800,00	798,67	798,42	- 0,26
900,00	898,74	898,74	0,00
1 000,00	999,51	999,55	0,04

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=3,307 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 1 MN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017403.
Certificado de Calibración	5047 del INM.
Próxima Calibración	2023-02-03.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-004

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-005 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DOBLE RANGO PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PC-42-D
Número de Serie *Serial Number*	179
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	200 kN
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 17
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,01 kN
Resolución	0,01 kN
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	2 kN

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\ y\ 3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	**20,00**	19,840	19,938	----	19,874	----	19,884
20	**40,00**	39,939	39,945	----	39,946	----	39,943
30	**60,00**	59,791	59,779	----	59,792	----	59,788
40	**80,00**	79,613	79,818	----	79,957	----	79,796
50	**100,00**	99,722	99,825	----	99,845	----	99,797
60	**120,00**	119,99	119,82	----	119,91	----	119,90
70	**140,00**	140,10	140,13	----	140,23	----	140,15
80	**160,00**	160,32	160,30	----	160,35	----	160,32
90	**180,00**	180,17	180,14	----	180,11	----	180,14
100	**200,00**	200,07	200,53	----	200,39	----	200,33

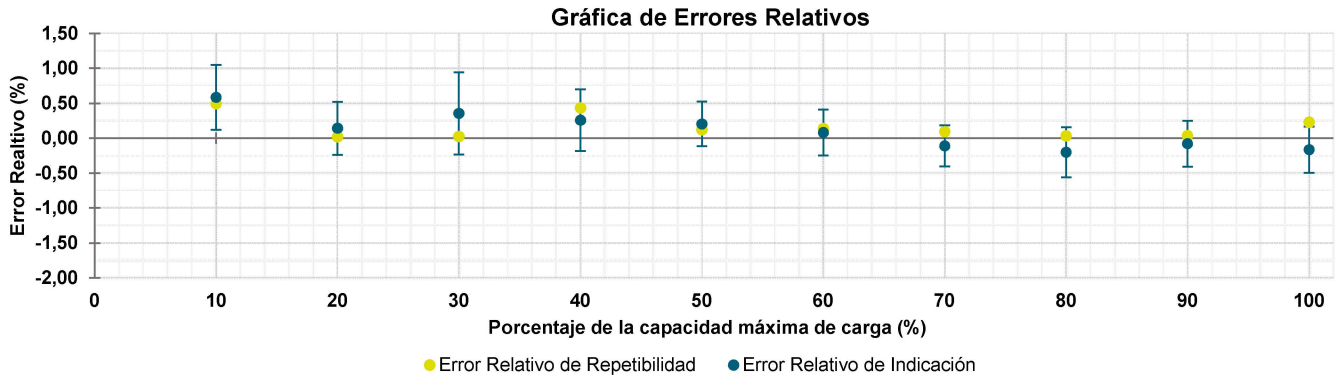
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
10	**20,00**	0,58	0,50	----	0,050	0,093	0,46	2,26
20	**40,00**	0,14	0,02	----	0,025	0,15	0,38	2,01
30	**60,00**	0,36	0,02	----	0,017	0,35	0,59	2,01
40	**80,00**	0,26	0,43	----	0,013	0,35	0,44	2,13
50	**100,00**	0,20	0,12	----	0,010	0,32	0,32	2,01
60	**120,00**	0,08	0,14	----	0,008	0,40	0,33	2,01
70	**140,00**	-0,11	0,09	----	0,007	0,41	0,29	2,01
80	**160,00**	-0,20	0,03	----	0,006	0,57	0,36	2,01
90	**180,00**	-0,08	0,04	----	0,006	0,59	0,33	2,01
100	**200,00**	-0,17	0,23	----	0,005	0,66	0,33	2,03



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria · Cordoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	30,3 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	29,8 °C
Humedad Relativa Máxima:	69 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	66 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
1,73500 E-01	9,86040 E-01	1,46474 E-04	-3,66526 E-07		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kN)

Indicación kN	0,00	2,00	4,00	6,00	8,00
20,00	19,950	21,933	23,918	25,903	27,889
30,00	29,877	31,865	33,854	35,844	37,834
40,00	39,826	41,818	43,812	45,806	47,800
50,00	49,796	51,792	53,789	55,787	57,785
60,00	59,784	61,784	63,784	65,785	67,786
70,00	69,788	71,791	73,794	75,798	77,802
80,00	79,806	81,812	83,817	85,823	87,830
90,00	89,836	91,844	93,851	95,859	97,867
100,00	99,876	101,88	103,89	105,90	107,91
110,00	109,92	111,93	113,94	115,95	117,96
120,00	119,97	121,98	124,00	126,01	128,02
130,00	130,03	132,04	134,05	136,06	138,07
140,00	140,08	142,10	144,11	146,12	148,13
150,00	150,14	152,15	154,16	156,17	158,18
160,00	160,19	162,20	164,21	166,22	168,22
170,00	170,23	172,24	174,25	176,26	178,26
180,00	180,27	182,27	184,28	186,29	188,29
190,00	190,29	192,30	194,30	196,30	198,31
200,00	200,31				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
20,00	19,884	19,950	0,07
40,00	39,943	39,826	- 0,12
60,00	59,788	59,784	0,00
80,00	79,796	79,806	0,01
100,00	99,797	99,876	0,08
120,00	119,90	119,97	0,07
140,00	140,15	140,08	- 0,07
160,00	160,32	160,19	- 0,14
180,00	180,14	180,27	0,13
200,00	200,33	200,31	- 0,02

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=2,255 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 200 kN.
Modelo	KAL 1MN.
Clase	1,0.
Número de Serie	017401.
Certificado de Calibración	5586 del INM.
Próxima Calibración	2022-11-07.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-005

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-009 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA DE ENSAYOS MARSHALL
Fabricante *Manufacturer*	R & R // LEXUS
Modelo *Model*	2012001
Número de Serie *Serial Number*	201121213 // CS131176
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-004
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5000 N
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	05

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración	
Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	1 N
Resolución	1 N
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	200 N

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,\,2\ y\ 3}$
%	N	N	N	----	N	----	N
10	**500**	496,72	497,00	----	494,41	----	496,04
20	**1 000**	995,94	995,00	----	995,47	----	995,47
30	**1 500**	1 496,6	1 496,4	----	1 491,8	----	1 494,9
40	**2 000**	1 996,0	1 995,9	----	1 994,2	----	1 995,4
50	**2 500**	2 495,4	2 496,6	----	2 493,4	----	2 495,1
60	**3 000**	2 997,2	2 997,7	----	2 992,9	----	2 995,9
70	**3 500**	3 497,1	3 498,3	----	3 494,7	----	3 496,7
80	**4 000**	3 997,5	3 999,4	----	3 995,1	----	3 997,3
90	**4 500**	4 500,2	4 501,3	----	4 496,1	----	4 499,2
100	**5 000**	5 000,5	5 001,8	----	4 998,0	----	5 000,1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

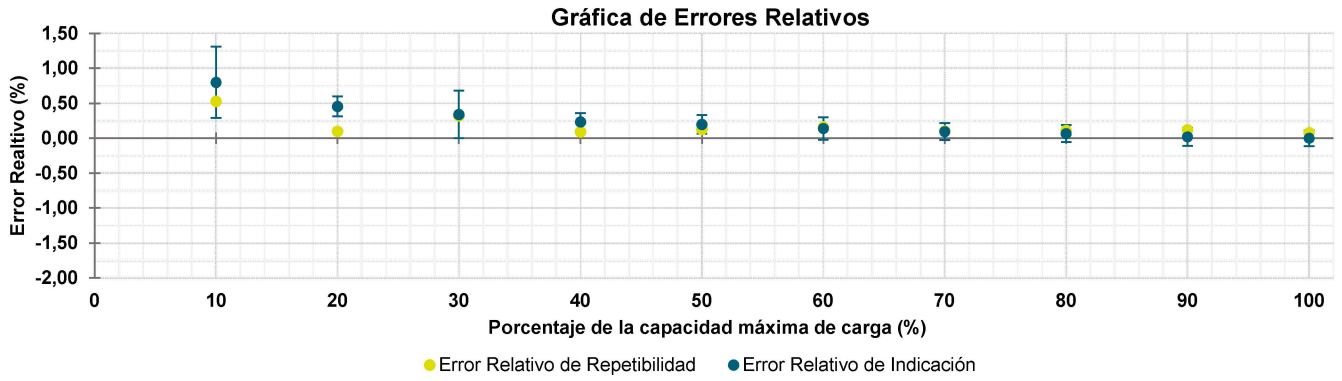
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	N	%	%	%	%	N	%	-----
10	500	0,80	0,53	----	0,200	2,5	0,51	2,65
20	1 000	0,45	0,10	----	0,100	1,4	0,14	2,03
30	1 500	0,34	0,32	----	0,067	5,1	0,34	2,87
40	2 000	0,23	0,09	----	0,050	2,5	0,12	2,05
50	2 500	0,20	0,13	----	0,040	3,3	0,13	2,11
60	3 000	0,14	0,16	----	0,033	4,9	0,16	2,26
70	3 500	0,09	0,10	----	0,029	4,2	0,12	2,06
80	4 000	0,07	0,11	----	0,025	4,9	0,12	2,08
90	4 500	0,02	0,12	----	0,022	5,8	0,13	2,11
100	5 000	0,00	0,08	----	0,020	5,6	0,11	2,03



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de concretos. de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S ubicada en Monteria - Córdoba . Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	26,9 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	26,3 °C
Humedad Relativa Máxima:	67 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	64 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
-2,95563 E00	9,97690 E-01	7,12725 E-07	-2,43854 E-11		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (N) es la fuerza calculada y X (N) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (N)

Indicación N	0	50	100	150	200
500	496,06	545,99	595,91	645,84	695,77
750	745,70	795,64	845,58	895,52	945,47
1 000	995,42	1 045,4	1 095,3	1 145,3	1 195,3
1 250	1 245,2	1 295,2	1 345,2	1 395,1	1 445,1
1 500	1 495,1	1 545,1	1 595,1	1 645,1	1 695,1
1 750	1 745,1	1 795,1	1 845,1	1 895,1	1 945,1
2 000	1 995,1	2 045,1	2 095,1	2 145,1	2 195,2
2 250	2 245,2	2 295,2	2 345,2	2 395,3	2 445,3
2 500	2 495,3	2 545,4	2 595,4	2 645,5	2 695,5
2 750	2 745,6	2 795,6	2 845,7	2 895,7	2 945,8
3 000	2 995,9	3 045,9	3 096,0	3 146,1	3 196,2
3 250	3 246,2	3 296,3	3 346,4	3 396,5	3 446,6
3 500	3 496,6	3 546,7	3 596,8	3 646,9	3 697,0
3 750	3 747,1	3 797,2	3 847,3	3 897,4	3 947,5
4 000	3 997,6	4 047,8	4 097,9	4 148,0	4 198,1
4 250	4 248,2	4 298,4	4 348,5	4 398,6	4 448,7
4 500	4 498,9	4 549,0	4 599,1	4 649,3	4 699,4
4 750	4 749,5	4 799,7	4 849,8	4 900,0	4 950,1
5 000	5 000,3				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por Interpolación N	Residuales N
500	496,04	496,06	0,02
1 000	995,47	995,42	-0,05
1 500	1 494,9	1 495,1	0,16
2 000	1 995,4	1 995,1	-0,27
2 500	2 495,1	2 495,3	0,22
3 000	2 995,9	2 995,9	-0,03
3 500	3 496,7	3 496,6	-0,05
4 000	3 997,3	3 997,6	0,31
4 500	4 499,2	4 498,9	-0,33
5 000	5 000,1	5 000,3	0,15

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=2,869 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN.
Modelo	S9M/5kN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017418.
Certificado de Calibración	5577 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-28.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del limite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-009

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

F-27112-012 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYOS DE CORTE DIRECTO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PS-107-C
Número de Serie *Serial Number*	141 // G03AC21143
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-001
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	2500 N
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Córdoba - Montería
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 30

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 05
Number of pages of the certificate and documents attached

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración

Clase	1,0
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,2 N
Resolución	0,2 N
Intervalo de Medición Calibrado	Del 20 % al 100 % de la carga máxima.
Límite Inferior de la Escala	40 N

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

Tabla 1.
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1, 2 y 3}$
%	N	N	N	----	N	----	N
20	**500,0**	499,61	501,75	----	500,53	----	500,63
30	**750,0**	749,60	750,42	----	752,46	----	750,83
40	**1 000,0**	996,69	996,64	----	995,75	----	996,36
50	**1 250,0**	1 247,0	1 246,6	----	1 249,1	----	1 247,6
60	**1 500,0**	1 495,6	1 498,4	----	1 496,4	----	1 496,8
70	**1 750,0**	1 746,8	1 746,3	----	1 747,4	----	1 746,8
80	**2 000,0**	1 998,1	1 996,9	----	1 998,5	----	1 997,9
90	**2 250,0**	2 248,1	2 246,7	----	2 248,3	----	2 247,7
100	**2 500,0**	2 494,2	2 496,3	----	2 497,4	----	2 496,0

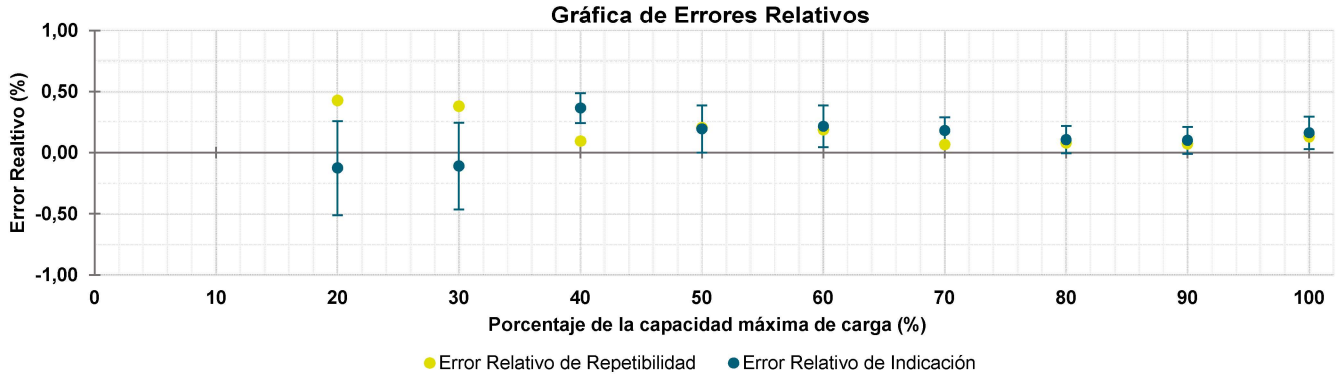
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 2.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,008	----	0,008	----

Tabla 3.
Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p \approx 95\ \%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
%	N	%	%	%	%	N	%	-----
20	500,0	-0,13	0,43	----	0,040	1,9	0,38	2,87
30	750,0	-0,11	0,38	----	0,027	2,7	0,36	2,87
40	1 000,0	0,37	0,10	----	0,020	1,2	0,12	2,08
50	1 250,0	0,19	0,20	----	0,016	2,4	0,19	2,43
60	1 500,0	0,22	0,18	----	0,013	2,6	0,17	2,32
70	1 750,0	0,18	0,07	----	0,011	1,9	0,11	2,03
80	2 000,0	0,11	0,08	----	0,010	2,2	0,11	2,04
90	2 250,0	0,10	0,07	----	0,009	2,5	0,11	2,03
100	2 500,0	0,16	0,13	----	0,008	3,3	0,13	2,13



CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa CONSULTORIAS GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE S.A.S. ubicada en Córdoba - Montería. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,6 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	23,3 °C
Humedad Relativa Máxima:	65 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

Tabla 4.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su defomación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_o	A_1	A_2	A_3	---	R^2
1,05146 E01	9,74740 E-01	1,54567 E-05	-3,04765 E-09		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (N) es la fuerza calculada y X (N) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (N)

Indicación N	0,0	25,0	50,0	75,0	100,0
500,0	501,37	526,07	550,79	575,52	600,26
625,0	625,02	649,79	674,57	699,36	724,16
750,0	748,98	773,80	798,64	823,48	848,34
875,0	873,20	898,08	922,96	947,85	972,75
1 000,0	997,66	1 022,6	1 047,5	1 072,4	1 097,4
1 125,0	1 122,3	1 147,3	1 172,2	1 197,2	1 222,2
1 250,0	1 247,1	1 272,1	1 297,1	1 322,1	1 347,1
1 375,0	1 372,1	1 397,1	1 422,1	1 447,1	1 472,1
1 500,0	1 497,1	1 522,1	1 547,1	1 572,2	1 597,2
1 625,0	1 622,2	1 647,2	1 672,2	1 697,3	1 722,3
1 750,0	1 747,3	1 772,3	1 797,4	1 822,4	1 847,4
1 875,0	1 872,4	1 897,4	1 922,4	1 947,4	1 972,4
2 000,0	1 997,4	2 022,4	2 047,4	2 072,4	2 097,4
2 125,0	2 122,4	2 147,4	2 172,3	2 197,3	2 222,3
2 250,0	2 247,2	2 272,2	2 297,1	2 322,0	2 347,0
2 375,0	2 371,9	2 396,8	2 421,7	2 446,6	2 471,5
2 500,0	2 496,3				

Tabla 6.
Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por Interpolación N	Residuales N
500,0	500,63	501,37	0,7
750,0	750,83	748,98	- 1,8
1 000,0	996,36	997,66	1,3
1 250,0	1 247,6	1 247,1	- 0,4
1 500,0	1 496,8	1 497,1	0,3
1 750,0	1 746,8	1 747,3	0,5
2 000,0	1 997,9	1 997,4	- 0,4
2 250,0	2 247,7	2 247,2	- 0,5
2 500,0	2 496,0	2 496,3	0,4

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

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=2,869 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

Lo resultados reportados en este certificado de calibración 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 en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Instrumento Patrón

Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN.
Modelo	S9M/5kN.
Clase	0,5.
Número de Serie	017418.
Certificado de Calibración	5577 del INM.
Próxima Calibración	2023-12-28.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-27112-012

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-27112-008 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	PX2202/E
Número de Serie *Serial Number*	C008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta.
Carga Máxima *Maximum load*	2200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12

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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

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

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S 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 el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C008040229
Identificación Interna	No presenta.
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	2 g a 2200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-26413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k^{1}, p=95,45% -----
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,021	2,21
500,000	500,00	499,99	0,000	- 0,010	0,022	2,16
1 100,001	1 100,01	1 100,00	0,009	- 0,001	0,026	2,07
1 500,001	1 500,02	1 500,03	0,019	0,029	0,029	2,04
2 200,006	2 200,02	2 200,02	0,014	0,014	0,038	2,02

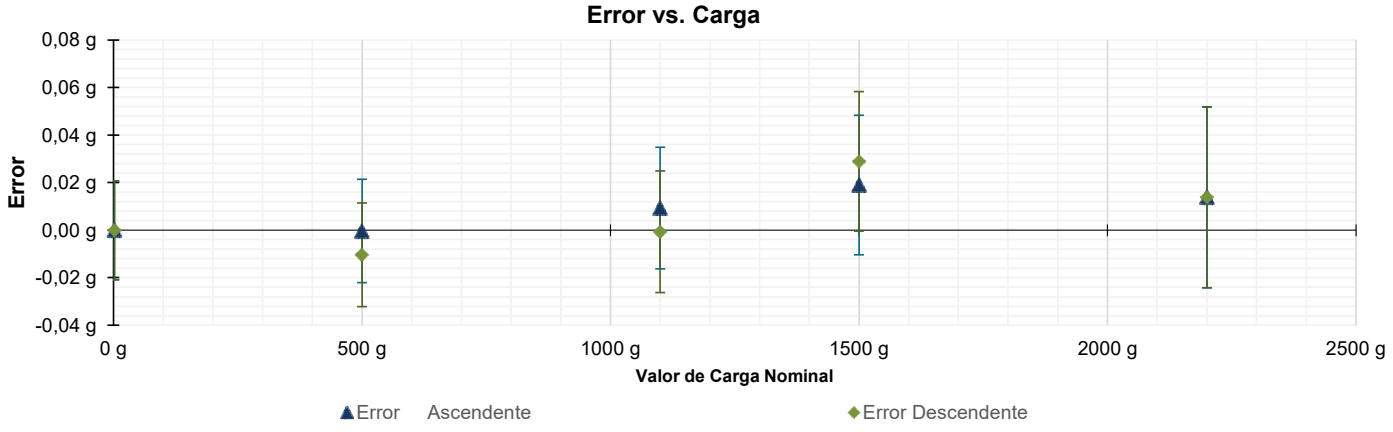


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	800 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	799,99	-------
2	800,00	0,01
3	800,01	0,02
4	800,00	0,01
5	799,98	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,02**

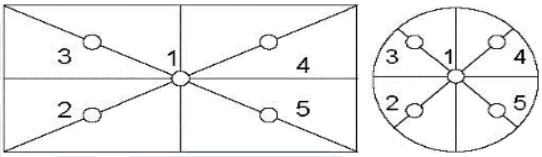


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	1100 g	2200 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	1100,00	2200,00
2	1100,00	2200,00
3	1100,00	2200,00
4	1100,01	2200,02
5	1100,00	2200,00
6	1100,00	2200,00
7	1100,02	2200,00
8	1100,00	2200,01
9	1100,02	2200,00
10	1100,00	2200,00
Desviación Estándar	**0,008 5 g**	**0,006 7 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio, CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,1 °C	**Temperatura Mínima:**	27,7 °C
Humedad Máxima:	64 % HR	**Humedad Mínima:**	61 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,4 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,0 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. 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. Fue estimada según 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.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad E_{aprox} =$ *8,29 E-06 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *8,89 E-05* + *3,19 E-10* R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-27112-008**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-27112-009 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	Scout Pro SP202
Número de Serie *Serial Number*	B250612476
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-007
Carga Máxima *Maximum load*	200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12

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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

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

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S 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 el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B250612476
Identificación Interna	LS-007
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	2 g a 200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-26413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k^1, p=95,45% -----
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,014	2,11
50,000	50,00	50,01	0,000	0,010	0,016	2,06
100,000	100,00	100,01	0,000	0,010	0,021	2,02
150,000	150,00	150,01	0,000	0,010	0,028	2,01
200,000	200,00	200,00	0,000	0,000	0,036	2,01

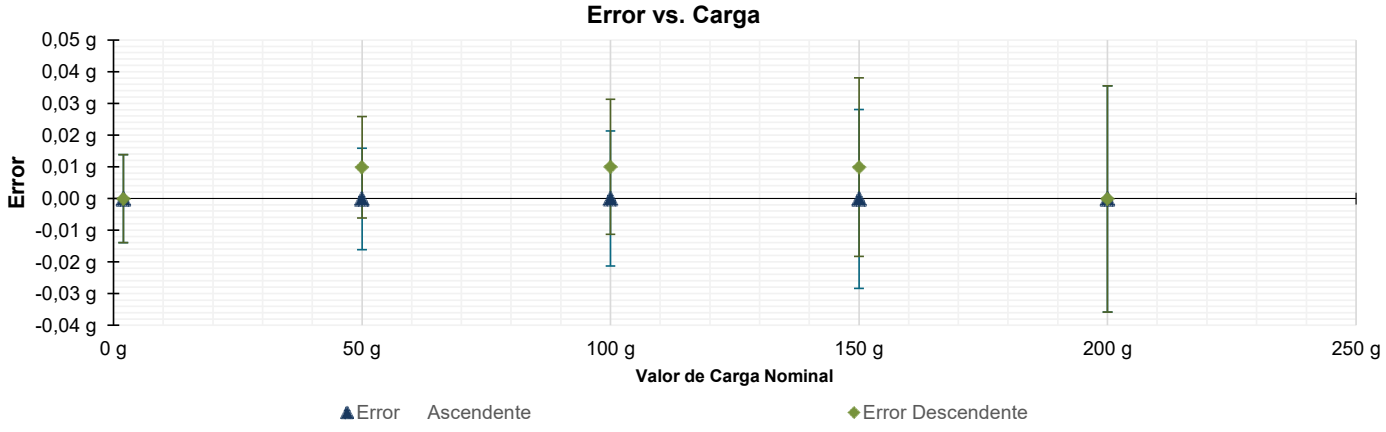


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	70 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	70,02	-------
2	70,00	-0,02
3	70,00	-0,02
4	70,00	-0,02
5	70,01	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,02**

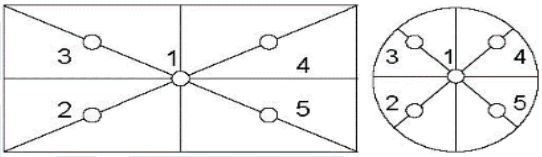


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	100 g	200 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	100,00	199,99
2	100,01	199,99
3	100,01	200,00
4	100,00	199,99
5	100,01	199,99
6	100,00	199,99
7	100,00	200,00
8	100,01	199,99
9	100,00	199,99
10	100,00	199,99
Desviación Estándar	**0,005 2 g**	**0,004 2 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio, CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,9 °C	**Temperatura Mínima:**	28,8 °C
Humedad Máxima:	69 % HR	**Humedad Mínima:**	68 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,9 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,7 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. 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. Fue estimada según 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.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad$ $E_{aprox} =$ -6,47 E-07 · R

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ 4,33 E-05 + 3,48 E-08 R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-27112-009**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-27112-010 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Equipo *Instrument*	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO
Fabricante *Manufacturer*	OHAUS
Modelo *Model*	SPX222
Número de Serie *Serial Number*	B710807364
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta.
Carga Máxima *Maximum load*	220 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12

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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

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

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S 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 el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B710807364
Identificación Interna	No Presenta.
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	2 g a 220 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-26413-005 PINZUAR /CAP-668-22 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una precarga con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y excentricidad siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,6,7; Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentran los resultados obtenidos en la prueba para los errores de las indicaciones que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados de la prueba para los errores de las indicaciones

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida ± g	k^1, p=95,45% -----
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,016	2,16
50,000	50,00	50,00	0,000	0,000	0,017	2,13
120,000	120,00	120,00	0,000	0,000	0,018	2,08
150,000	149,99	149,99	- 0,010	- 0,010	0,019	2,06
220,000	219,99	220,00	- 0,010	0,000	0,022	2,04

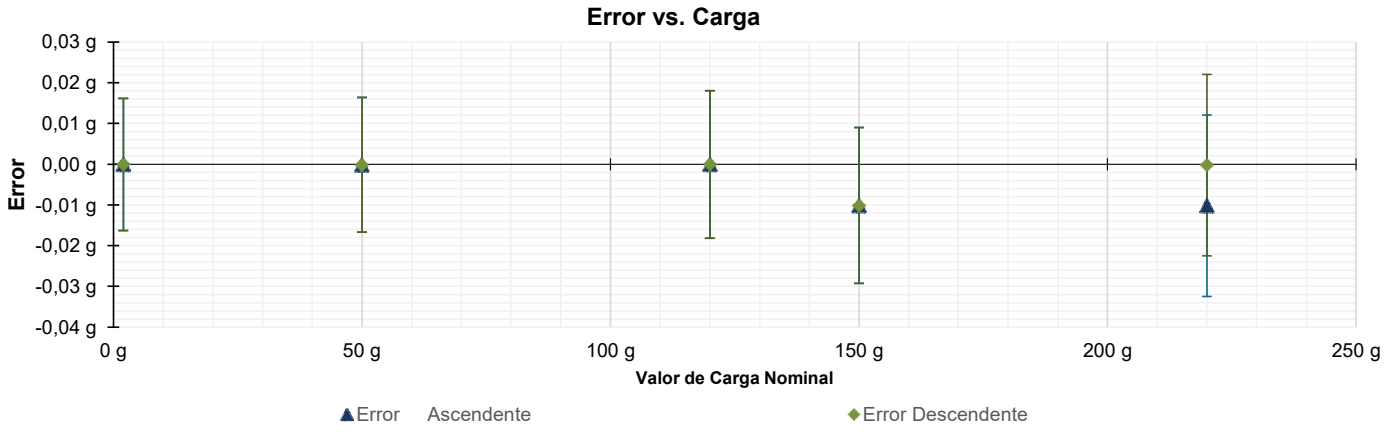


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[1] *Factor de cobertura*

LM-PC-24-F-01 R7.8

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN *(Continuación)*

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de excentricidad de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un ligar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.
Resultados prueba de excentricidad y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga	80 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	80,00	-------
2	80,00	0,00
3	80,00	0,00
4	80,00	0,00
5	79,99	-0,01
Diferencia máxima respecto al centro		**0,01**

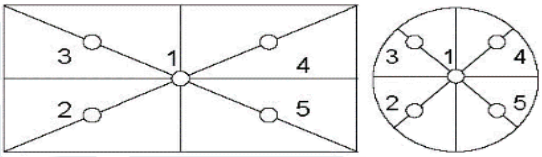


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.
Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

	Valor Nominal de las Cargas	
	110 g	220 g
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	110,00	220,00
2	110,00	220,01
3	110,00	220,01
4	110,00	219,99
5	110,01	220,00
6	110,00	220,00
7	110,01	220,00
8	110,01	220,00
9	110,00	220,01
10	110,00	220,00
Desviación Estándar	**0,004 8 g**	**0,006 3 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio, CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba . Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	28,2 °C	**Temperatura Mínima:**	28,0 °C
Humedad Máxima:	64 % HR	**Humedad Mínima:**	63 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,4 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,2 hPa

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición está dada en la tabla de resultados de la página No. 2, para cada punto de calibración. 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. Fue estimada según 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.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura *R,* y también obtener su incertidumbre expandida U_R.

La ecuación para la corrección de la lectura, donde *R* es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} =$ *-4,05 E-05 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *5,67 E-05* + *2,10 E-08* R^2

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$U_R = k \cdot u(W)$

Se puede tomar el valor k = 2, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de la condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Las cargas de prueba utilizadas en los ensayos de excentricidad, repetibilidad y errores de las indicaciones fueron acordados y aprobados por el cliente
5. Se adjunta la estampilla de calibración **No.** **M-27112-010**

Fin del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Mediciones Especiales

NA-27099-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Especials Mesuarements

Equipo *Instrument*	ESCLERÓMETRO PARA CONCRETO (TIPO N)
Fabricante *Manufacturer*	CONTROLS
Modelo *Model*	58-00181/C
Número de Serie *Serial Number*	16007144
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Intervalo de Medida *Measurement Range*	10 a 100
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 01
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 12

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 02
Number of pages of the certificate and documents attached

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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable 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.

Personas que Autorizan el Certificado
Persons Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

DATOS TÉCNICOS

Tipo de Martillo	Esclerómetro para Concreto (Tipo N)
Documento de Referencia	ASTM C805 / C805M - 18 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete
Instrumento de Referencia	Yunque para Calibración
Certificado de Calibración	D0053-21 de Incolbest

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Posterior a la inspección visual y de funcionamiento se procede con la toma de las lecturas accionando el martillo en el yunque para calibración con una inclinación de + 90°. Dicho yunque posee una dureza de 63,8 HRC ± 3 HRC (Rockwell C) con la que el valor del rebote en el martillo para concreto deberá ser de 82 R ± 1 R. A continuación, los resultados de la calibración.

Tabla 1.
Resultados de la calibración como se recibe y como se entrega el equipo

Valor Nominal R	Promedio de Indicación R	Error R	Incertidumbre Expandida, U R	$k_{p=95,45\%}$ -----
82	78,05	-3,95	1,6	2,00

$$\textbf{Factor de Corrección (CF)}^{1} = \frac{\textit{Valor de Rebote Especificado del Yunque}}{\textit{Promedio de Indicaciones Obtenido}} = \textbf{1,051}$$

[1] Multiplique las lecturas obtenidas en el equipo por el factor de corrección reportado

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se ejecutó en el laboratorio de metrología PINZUAR S.A.S. Durante la calibración se registrarón las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Máxima	19,,5	**Temperatura Mínima**	19,3 °C
Húmedad Relativa Máx.	55 % HR	**Húmedad Relativa Mín.**	53 % HR

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Se adjunta la etiqueta de calibración **No.** **NA-27099-001**

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

NA-27099-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	PENETRÓMETRO DE BOLSILLO
Fabricante *Manufacturer*	NO PRESENTA
Modelo *Model*	No Presenta
Número de Serie *Serial Number*	0065
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	4,5 Mpa
Solicitante *Customer*	CONSULTORIA GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2022 – 09 – 05
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 20

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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 el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		**Instrumento(s) de Referencia**	
Dirección de Carga	Compresión	**Instrumento**	Transductor de Fuerza de 5 kN
Tipo de Indicación	Analógica	**Modelo**	U2B
División de Escala	0,25 Mpa	**Número de Serie**	N76720
Resolución	0,125 Mpa	**Certificado de Calibración**	5189 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 11 % al 100 % de la carga máxima.		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura, se llevan a cabo (3) tres precargas para verificar el adecuado funcionamiento del equipo, se realizan (5) cinco mediciones al diámetro del pistón para determinar el área de contacto y se procede finalmente a la toma de las lecturas de medición de fuerza durante (3) series ascendentes.
Con la medición de Fuerza en Newton (N) y el área en metros (m²) al cuadrado se determina la presión que realiza el instrumento.

Tabla 1.
Datos de la dimensión del Pistón

Descripción	**Indicaciones Registradas del IBC**						
	(mm)	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**(mm)**	**Promedio**	**Desviación**
Díametro (mm)	6,40	6,41	6,39	6,40	6,40	6,40	0,01
Área (m²)	3,22E-05	3,23E-05	3,21E-05	3,22E-05	3,22E-05	3,217E-05	7,109E-08

Tabla 2.
Datos de calibración en Mpa

Valor Nominal IBC		**Indicaciones Registradas del Equipo Bajo Calibración para Cada Serie**					
		S_1 Ascendente	**S_2** Ascedente	**S_3** Ascendente	**Promedio $S_{1,2\ y\ 3}$.**	**Error**	**Incertidumbre**
No.	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**Mpa**	**%**
1	**0,50**	0,231 7	0,207 6	0,233 3	0,224 2	0,28	0,054
2	**1,00**	0,524 8	0,524 8	0,528 7	0,526 1	0,47	0,051
3	**1,50**	0,836 5	0,837 3	0,840 4	0,838 1	0,66	0,051
4	**2,00**	1,156 0	1,156 0	1,152 1	1,154 7	0,85	0,051
5	**2,50**	1,517 5	1,521 4	1,520 6	1,519 8	0,98	0,051
6	**3,00**	1,941 1	1,925 6	1,937 3	1,934 7	1,07	0,052
7	**3,50**	2,319 7	2,323 6	2,314 3	2,319 2	1,18	0,051
8	**4,00**	2,633 0	2,629 1	2,631 4	2,631 2	1,37	0,051
9	**4,50**	3,444 5	3,438 3	3,442 2	3,441 7	1,06	0,051

CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el laboratorio de Metrología de Pinzuar en su laboratorio de fuerza ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	20,4 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	20,4 °C
Humedad Relativa Máxima:	50 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	53 % HR

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.2), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k = 2,01 y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del 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

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, el equipo debe calibrarse si se somete a reparaciones importantes.
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. NA-27099-002

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-27112-011 R0

Equipo *Instrument*	EQUIPO PARA ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PS-301
Número de Serie *Serial Number*	171
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-001
Intervalo de Medición *Measurement Range*	De 2 kgf a 32 kgf, con factor de multiplicación 1:6, 1:7, 1:9 y 1:10
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Verificación *Date of verification*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 13

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 03
Number of pages of the certificate and documents attached

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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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;"arenotvalid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Analógica
Número de Cámaras	Equipo de Consolidación - 2 Cámaras
Intervalo de Medición Calibrado	De 2 kgf hasta 32 kgf
Instrumentos de Referencia	Transductor de Fuerza de 5 kN
Certificados de Calibración	5577 del INM

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura y se concluyó que no presenta ninguna condición adversa que impida la correcta ejecución de la calibración. El proceso consiste en medir la fuerza ejercida por el brazo en cada realción de la cámara al emplear pesas de masa conocida.

Los valores medidos y los resultados calculados se corrigeron mediante los polinomios incluidos en los certificados de los equipos de referencia empleados.

Tabla 1.
Datos de medición para la compresión en CÁMARA 1.

FACTOR 1:9	Indicaciones Registradas del IBC en kgf					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie $_1$	17,743	35,886	71,926	143,88	287,63	8,966
Serie $_2$	17,776	35,96	71,972	143,91	287,36	
Lectura Promedio	17,76	35,923	71,949	143,89	287,50	
Factor	8,9	9,0	9,0	9,0	9,0	

FACTOR 1:10	Indicaciones Registradas del IBC en kgf					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie $_1$	20,036	39,979	80,063	160,12	318,3	9,987
Serie $_2$	20,036	39,892	79,723	160,	318,08	
Lectura Promedio	20,036	39,935	79,893	160,06	318,19	
Factor	10,0	10,0	10,0	10,0	9,9	

FACTOR 1:11	Indicaciones Registradas del IBC en kgf					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie $_1$	21,882	43,462	87,313	175,2	350,63	10,929
Serie $_2$	21,78	43,749	87,798	175,08	349,45	
Lectura Promedio	21,831	43,605	87,5559	175,14	350,04	
Factor	10,9	10,9	10,9	10,9	10,9	

Tabla 2.
Datos de medición para la compresión en CÁMARA 2.

FACTOR 1:9	Indicaciones Registradas del IBC en kgf					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie ₁	17,54	35,538	71,216	142,54	285,32	8,879
Serie ₂	17,593	35,48	71,256	142,49	285,75	
Lectura Promedio	17,567	35,509	71,236	142,52	285,54	
Factor	8,8	8,9	8,9	8,9	8,9	

FACTOR 1:10	Indicaciones Registradas del IBC en kgf					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie ₁	19,817	39,684	79,388	158,95	317,79	9,822
Serie ₂	19,807	39,664	79,426	158,77	285,79	
Lectura Promedio	19,812	39,674	79,407	158,86	301,79	
Factor	9,9	9,9	9,9	9,9	9,4	

FACTOR 1:11	Indicaciones Registradas del IBC en kgf					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie ₁	21,818	43,678	87,385	174,63	349,18	10,924
Serie ₂	21,823	43,688	87,989	174,7	349,18	
Lectura Promedio	21,821	43,683	87,6868	174,66	349,18	
Factor	10,9	10,9	11,0	10,9	10,9	

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración fue ejecutada en Laboratorio de Suelos de Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S ubicado en la ciudad de Montería - Córdoba. Durante la calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,2 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	27,9 °C
Humedad Relativa Máxima:	64 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	62 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,4 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,1 hPa

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración 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 incertidumbre requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, el equipo debe calibrarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. Con el presente certificado de calibración se adjunta la etiqueta de calibración No. NA-27112-011

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

NA-27112-012 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	EQUIPO AUTOMÁTICO PARA ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	PS-107-C
Número de Serie *Serial Number*	141 // G034C21143
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-001
Intervalo de Medición *Measurement Range*	De 2 kgf a 32 kgf, con factor de multiplicación 1:5 y 1:10
Solicitante *Customer*	Consultorias Geotecnia y Ambiente S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Córdoba - Montería
Fecha de Verificación *Date of verification*	2022 – 09 – 07
Fecha de Emisión *Date of issue*	2022 – 09 – 30
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	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 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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, 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;"arenotvalid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. William Andrés Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Analógica
Equipo bajo Calibración	Equipo Automático para Ensayo de Corte Directo
Intervalo de Medición Calibrado	De 2 kgf hasta 32 kgf
Instrumentos de Referencia	Transductor de Fuerza de 5 kN
Certificados de Calibración	5577 del INM

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realiza una inspección general al instrumento bajo calibración IBC, en donde visualmente se verifica su estructura y se concluyó que no presenta ninguna condición adversa que impida la correcta ejecución de la calibración. El proceso consiste en medir la fuerza ejercida por el brazo en cada relación de consoilidación al emplear pesas de masa conocida.

Los valores medidos y los resultados calculados se corrigeron mediante los polinomios incluidos en los certificados de los equipos de referencia empleados.

Tabla 1.
Datos de medición para la compresión en CONSOLIDACIÓN.

FACTOR 1:5	Indicaciones Registradas del IBC en N					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie ₁	10,918	21,742	43,561	87,61	177,32	5,478
Serie ₂	10,951	21,767	43,843	87,9	176,9	
Lectura Promedio	10,935	21,755	43,702	87,75	177,11	
Factor	5,5	5,4	5,5	5,5	5,5	

FACTOR 1:10	Indicaciones Registradas del IBC en N					Factor
	2	4	8	16	32	
Serie ₁	20,061	40,484	81,287	163,05	325,9	10,138
Serie ₂	20,084	40,654	81,175	162,51	325,96	
Lectura Promedio	20,073	40,569	81,231	162,78	325,93	
Factor	10,0	10,1	10,2	10,2	10,2	

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración fue ejecutada en Laboratorio de Consultorias Goetecnia y Medio Ambiente S.A.S. ubicado en la ciudad de Córdoba -Montería. Durante la calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,5 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,3 °C
Humedad Relativa Máxima:	66 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	65 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,8 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1005,1 hPa

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificado de calibración 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 incertidumbre requeridas. El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, el equipo debe calibrarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. Con el presente certificado de calibración se adjunta la etiqueta de calibración No. NA-27112-012

Fin del Certificado

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-27099-003 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Equipo *Instrument*	TERMÓMETRO DE CARATULA
Fabricante *Manufacturer*	WINTERS
Modelo *Model*	Y3375
Número de Serie *Serial Number*	TR001
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Intervalo de Medición *Measurement Range*	0 °C a 250 °C.
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Recepción *Date of Receipt*	2022 – 08 – 31
Fecha de Calibración *Date of Calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of Issue*	2022 – 09 – 07
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Tecg. Andres Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

Instrumento Calibrado	Termómetro de Caratula
Longitud de Inmersión	120 mm.
Resolución	5 °C
Método Empleado	Comparación Directa
Patrón(es) de Referencia	Conjunto indicador Black Stack y sensor SPRT Pt-100
Certificado No.	15-D7X9E-20-1 de Transcat / 15-D7X9E-40-1 de Transcat
Documento de Referencia	NT VVS 103:1994 Thermometers, Contact, Direct Reading: Calibration.

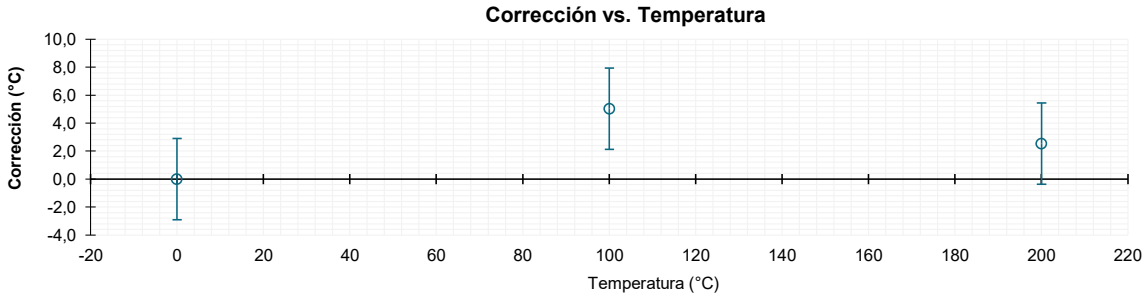
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al termómetro en referencia se le efectuó una inspección visual en la que se determinó que no presenta ninguna situación que impida su calibración, por lo que se continuó con la toma de datos al comparar sus indicaciones contra las indicaciones de la SPRT y su respectivo indicador simulando los valores de temperatura acordados con el cliente en un punto de hielo y un baño líquido.

Tabla 1.

Resultados de la calibración en los valores de temperatura solicitados por el cliente.

Indicación Promedio del Patrón	Indicación Promedio del Termómetro en Calibración	Corrección a la Indicación	Incertidumbre Expandida	$k_{p=95,45\ \%}$
°C	°C	°C	°C	----
-0,0006	0,0	0,0	2,9	2,01
100,0468	95,0	5,0	2,9	2,01
200,0381	197,5	2,5	2,9	2,01



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó en las intalaciones de Pinzuar en Bogotá, bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	19,6 °C	**Humedad Máxima**	56 %HR
Temperatura Mínima	18,2 °C	**Humedad Mínima**	51 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), 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 en 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

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. T-27099-003

LM-PC-22-F-01 R5.1

Fin del Documento

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

T-27099-004 R0

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

Equipo *Instrument*	TERMÓMETRO DE CARATULA
Fabricante *Manufacturer*	WINTERS
Modelo *Model*	Y3375
Número de Serie *Serial Number*	TR002
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Intervalo de Medición *Measurement Range*	0 °C a 250 °C.
Solicitante *Customer*	CONSULTORIAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Monteria - Córdoba
Fecha de Recepción *Date of Receipt*	2022 – 08 – 31
Fecha de Calibración *Date of Calibration*	2022 – 09 – 06
Fecha de Emisión *Date of Issue*	2022 – 09 – 07
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	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 internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable 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 el Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Tecg. Andres Molina
Metrólogo Laboratorio de Metrología

Tecg. Oscar Eduardo Briceño
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

DETALLES DE LA CALIBRACIÓN

Instrumento Calibrado	Termómetro de Caratula
Longitud de Inmersión	120 mm.
Resolución	5 °C
Método Empleado	Comparación Directa
Patrón(es) de Referencia	Conjunto indicador Black Stack y sensor SPRT Pt-100
Certificado No.	15-D7X9E-20-1 de Transcat / 15-D7X9E-40-1 de Transcat
Documento de Referencia	NT VVS 103:1994 Thermometers, Contact, Direct Reading: Calibration.

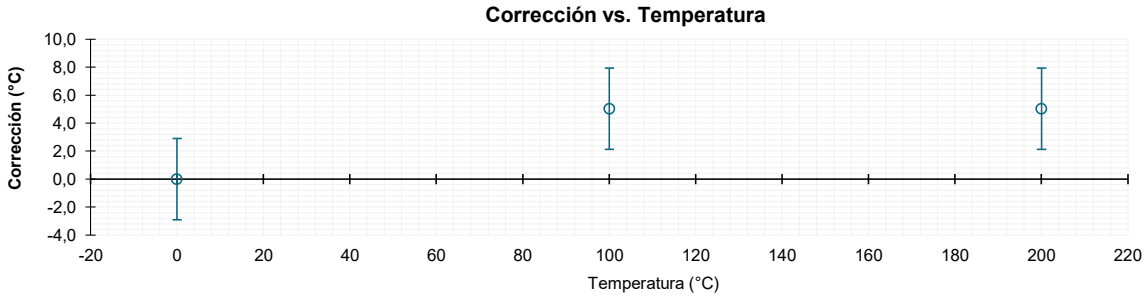
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al termómetro en referencia se le efectuó una inspección visual en la que se determinó que no presenta ninguna situación que impida su calibración, por lo que se continuó con la toma de datos al comparar sus indicaciones contra las indicaciones de la SPRT y su respectivo indicador simulando los valores de temperatura acordados con el cliente en un punto de hielo y un baño líquido.

Tabla 1.

Resultados de la calibración en los valores de temperatura solicitados por el cliente.

Indicación Promedio del Patrón	Indicación Promedio del Termómetro en Calibración	Corrección a la Indicación	Incertidumbre Expandida	$k_{p=95,45\ \%}$
°C	°C	°C	°C	----
-0,0006	0,0	0,0	2,9	2,01
100,0432	95,0	5,0	2,9	2,01
200,0380	195,0	5,0	2,9	2,01



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
Fuerza I Longitud I Masa I Par Torsional I Presión I Temperatura

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S.
Carrera 104 B No. 18 - 26 Bogotá D.C. - Colombia
(+57 60 1) 745 4555 · Cel.: 316 538 5810 - 317 423 3640
www.pinzuar.com.co

PINZUAR®
LABORATORIO DE METROLOGÍA

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-004

CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó en las intalaciones de Pinzuar en Bogotá, bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima	19,6 °C	**Humedad Máxima**	56 %HR
Temperatura Mínima	18,3 °C	**Humedad Mínima**	51 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), 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 en 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

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. T-27099-004

LM-PC-22-F-01 R5.1

Fin del Documento