PABLO CASTILLA NEGRETE

Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EN LA CALLE 44 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. 5
2. INFORMACIÓN GENERAL 7
2.1. Generalidades del proyecto. 7
2.2. Geología. 9
2.3. Geomorfología. 12
2.4. Geoestructura y ambiente Morfométrico. 13
2.5. Clima. 14
2.6. Vegetación. 17
2.7. Sismicidad. 18
2.7.1. Perfil de suelo. 18
3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO. 19
3.1. Exploración de campo. 19
3.1.1. Localización de los sondeos. 19
3.1.2. Metodología de exploración. 20
3.1.3. Ensayos de laboratorio. 21
3.1.4. Normatividad de ensayos, equipos y registros de calibración. 21
3.2. Caracterización del subsuelo. 22
3.2.1. Descripción de sondeos. 22
4. DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO Y GEOTÉCNICOS. 25
4.1. Determinación del peso unitario (γ) de suelos de grano fino. 25
4.2. Obtención de los parámetros de resistencia al corte de los estratos. 25
4.3. Evaluación de las características especiales de los suelos. 27
4.3.1. Potencial de expansión. 27
4.3.2. Potencial de licuación. 28
4.3.3. Potencial de colapso. 28
5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO. 29
5.1. Condición del subsuelo. 29
5.2. Rellenos y mejoramientos. 29
5.2.1. Material seleccionado. 29
5.2.2. Piedra rajón. 30
6. CIMENTACIÓN. 31
6.1. Cimentación para zona de juegos infantiles y gimnasio biosaludable. 31
6.1.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo. 33
6.1.2. Profundidad de apoyo. 33
6.1.3. Capacidad de carga. 34
a) Capacidad de carga a nivel de desplante. 34

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

b) Capacidad de carga profunda. 35
6.1.4. Asentamientos. 37
a) Asentamientos elásticos. 37
b) Asentamientos por consolidación. 38
c) Asentamiento total. 39
6.2. Senderos peatonales y andenes. 40
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. 40
7.1. Procedimiento y recomendaciones de excavación. 45
7.2. Recomendaciones para senderos peatonales y andenes. 45
7.3. Procedimiento y recomendaciones de construcción. 46
7.4. Plan de contingencia. 46
8. BIBLIOGRAFÍA. 46
9. LIMITACIONES DEL ESTUDIO. 48

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del proyecto en el municipio. 5
Figura 2. Localización del proyecto en el barrio. 6
Figura 3. Planta arquitectónica del proyecto. 6
Figura 4. Lote del proyecto. 7
Figura 5. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. 8
Figura 6. Mapa subregiones del departamento de Córdoba. 9
Figura 7. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba. 10
Figura 8. Mapa geológico del municipio de Montería. 11
Figura 9. Perfil tipo de depósitos aluviales. 11
Figura 10. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba. 12
Figura 11. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba. 13
Figura 12. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba. 14
Figura 13. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba. 15
Figura 14. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba. 16
Figura 15. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba. 17
Figura 16. Zona de amenaza sísmica del municipio de Montería. 18
Figura 17. Localización de los sondeos. 20
Figura 18. Esquema de la zona de juegos infantiles. 31
Figura 19. Esquema de la zona de juegos infantiles. 32
Figura 20. Esquema de gimnasio biosaludable. 32
Figura 21. Esquema de zona de gimnasio biosaludable. 33
Figura 22. Esquema de la cimentación propuesta. 34
Figura 23. Método 2:1 para el cálculo de incremento de esfuerzos. 35
Figura 24. Esquema de los andenes. 40
Figura 25. Vista en planta del canal de la calle 44. 41
Figura 26. Sección transversal del canal de la calle 44. 42
Figura 27. Sistema de entibado con tableros vertical. 43

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Montería. 17
Tabla 2. Resumen de la exploración realizada. 19
Tabla 3. Normatividad, equipos y registros de calibración. 22
Tabla 4. Intervalo de β para arcilla. 26
Tabla 5. Relación o módulo de Poisson aproximado, para diferentes materiales. 26
Tabla 6. Características generales del suelo. 27
Tabla 7. Clasificación de suelos expansivos. 27
Tabla 8. Granulometría recomendada para el material de relleno alternativa 1. 30
Tabla 9. Granulometría recomendada para el material de relleno alternativa 2. 30
Tabla 10. Dimensiones de los cimientos. 33
Tabla 11. Capacidad de carga admisible (qa) en función de la geometría del cimiento. . 35
Tabla 12. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad. 36
Tabla 13. Asentamientos elásticos. 37
Tabla 14. Asentamientos por consolidación. 39
Tabla 15. Asentamiento total. 40
Tabla 16. Granulometría recomendada para el material de relleno. 44
Tabla 17. Granulometría recomendada para el material de relleno. 44

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN PARQUE EN LA CALLE 44 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 en la calle 44 del municipio de Montería, departamento de Córdoba.

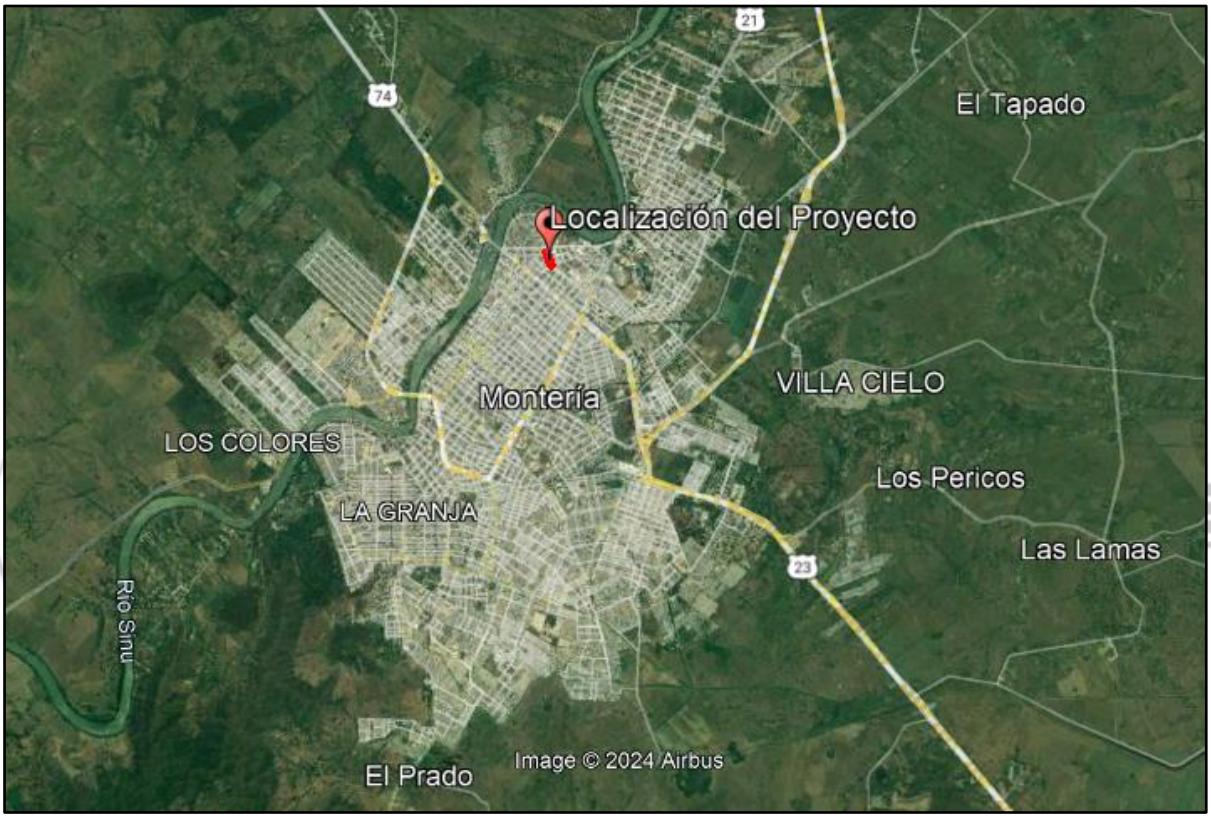


Figura 1. Localización del proyecto en el municipio.
Fuente: Google Earth.

El proyecto se encuentra ubicado en la calle 44, entre la carrera 2 y la carrera 4, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.



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

El proyecto consiste en la construcción de un parque en un área de aproximadamente 3.094 m^2. Además, contará con áreas destinadas a juegos infantiles, área de gimnasio biosaludable zonas verdes y senderos peatonales.



Figura 3. Planta arquitectónica del proyecto.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

El lote actualmente se encuentra con zonas verdes, sin construcciones, con vegetación y rodeado con vías en pavimento hidráulico.



Figura 4. Lote del proyecto.
Fuente: Elaborada 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.

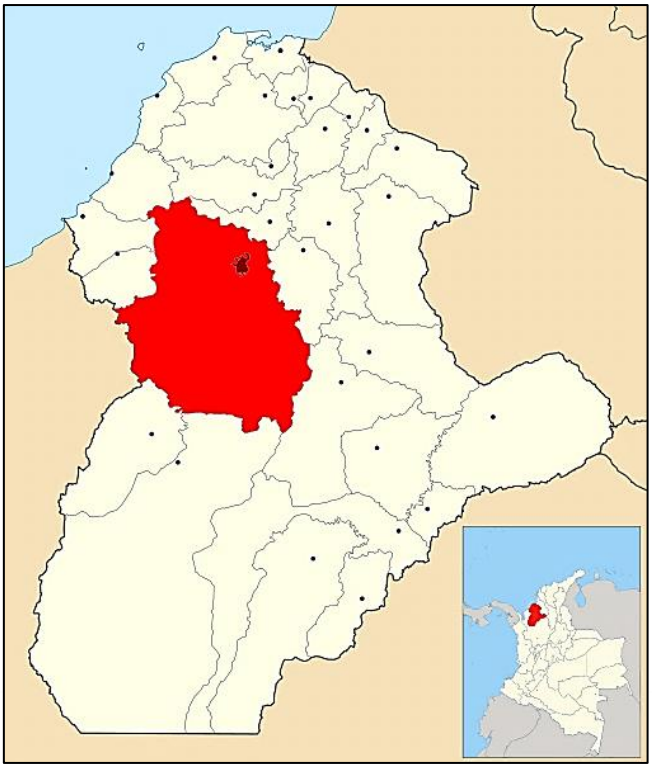


Figura 5. Localización del municipio de Montería en el departamento de Córdoba. Fuente: Wikipedia, la enciclopedia libre. "Montería", [En línea].

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 6. 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 6. 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 7).

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

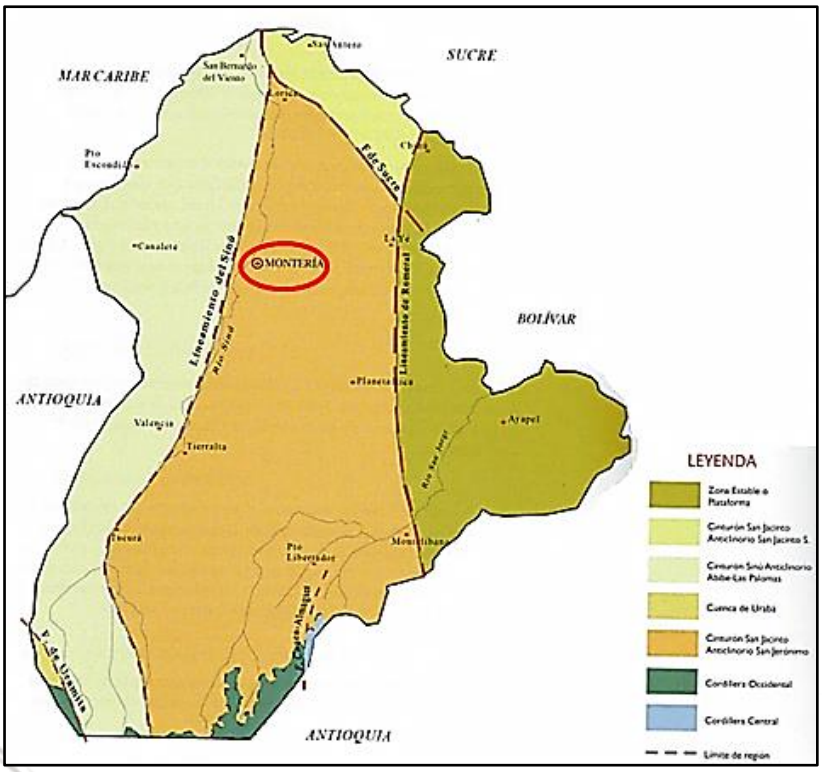


Figura 7. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

Se encuentran terrazas aluviales al sur del municipio, constituido por depósitos aluviales antiguos del rio Sinú y algunos de sus afluentes.

El depósito encontrado en la zona del proyecto es:

Q-al

Depósitos aluviales y llanuras aluviales

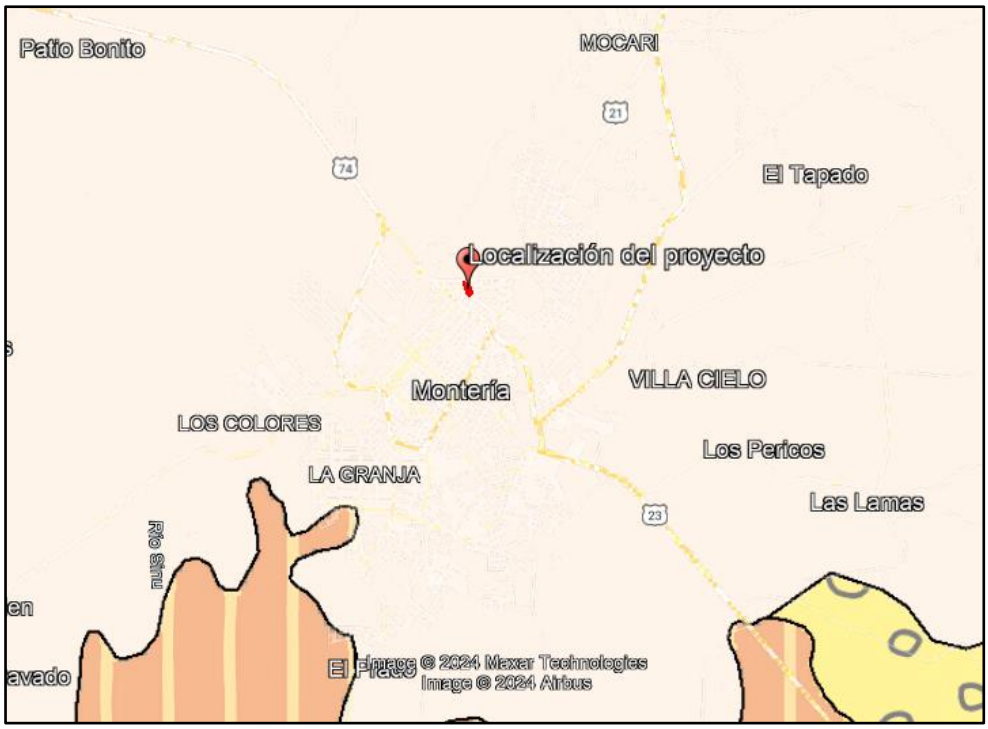


Figura 8. Mapa geológico del municipio de Montería.
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Los depósitos aluviales son suelos anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables, estrechamente relacionadas con la granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener altos contenidos en materia orgánica en determinados medios. La permeabilidad depende de la granulometría. Generalmente presentan un nivel freático alto.

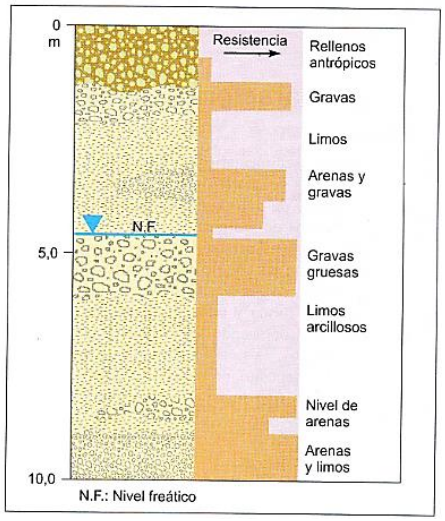


Figura 9. Perfil tipo de depósitos aluviales.
Fuente: González Vallejo, "Ingeniería geológica".

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 Cereté.

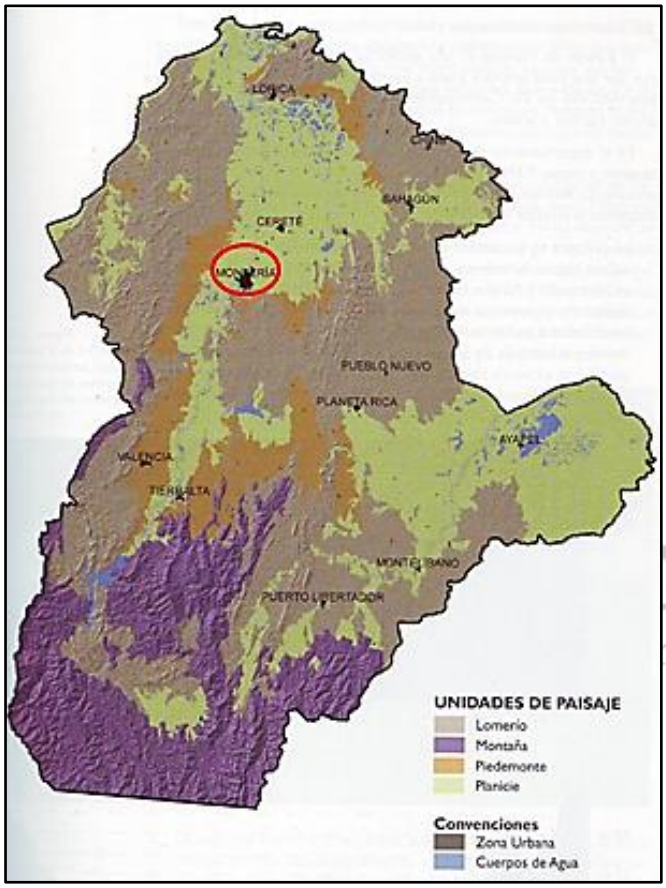


Figura 10. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

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.

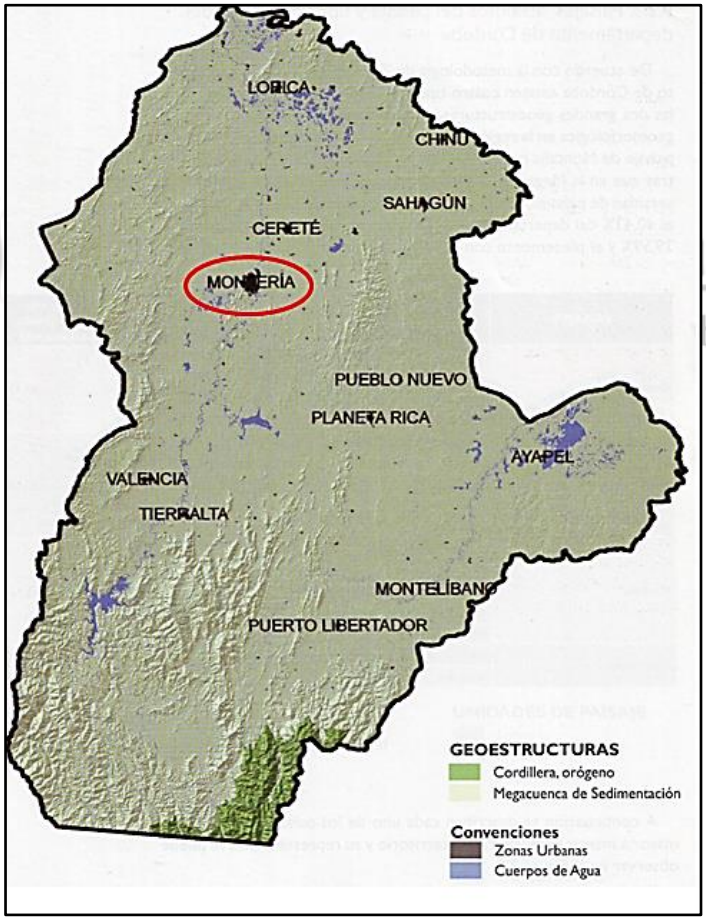


Figura 11. Mapa de Geoestructura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

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.

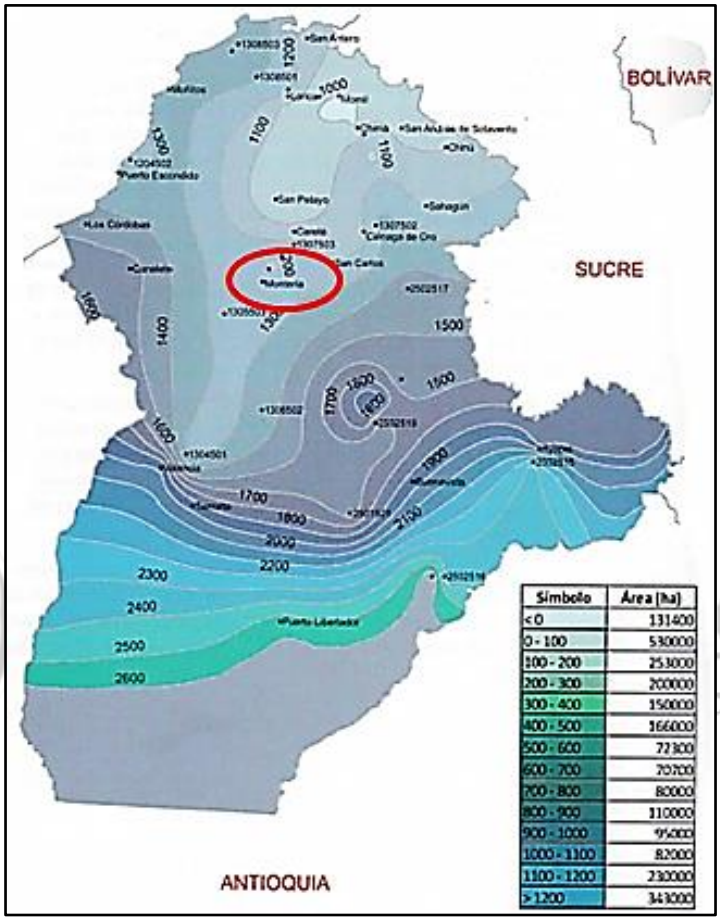


Figura 12. Mapa de Precipitación del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

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.

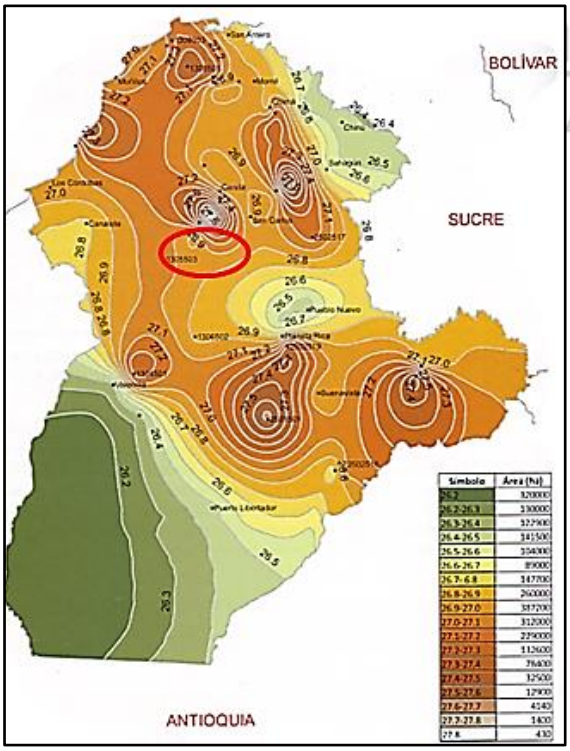


Figura 13. Mapa de Temperatura del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

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.

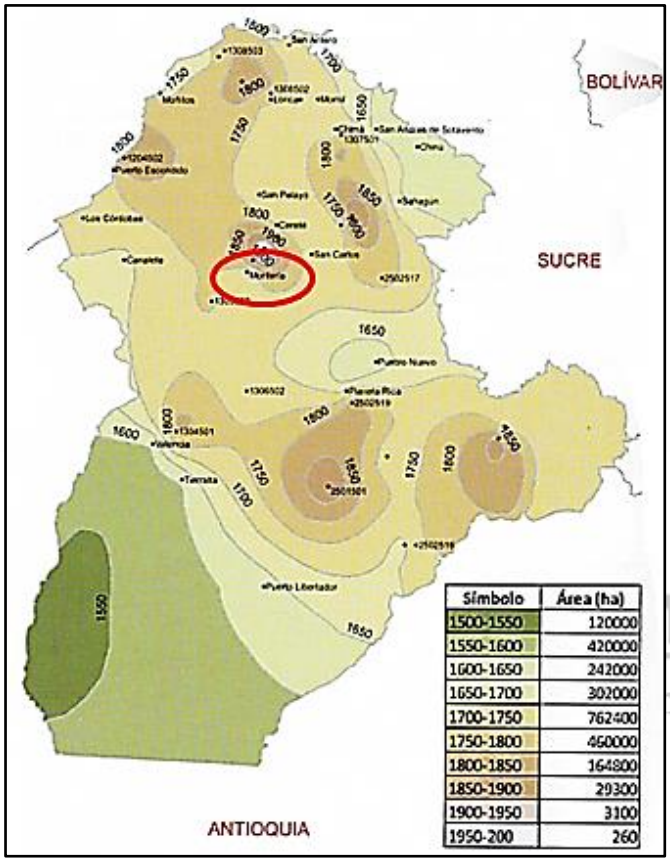


Figura 14. Mapa de Evapotranspiración del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

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 con 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.

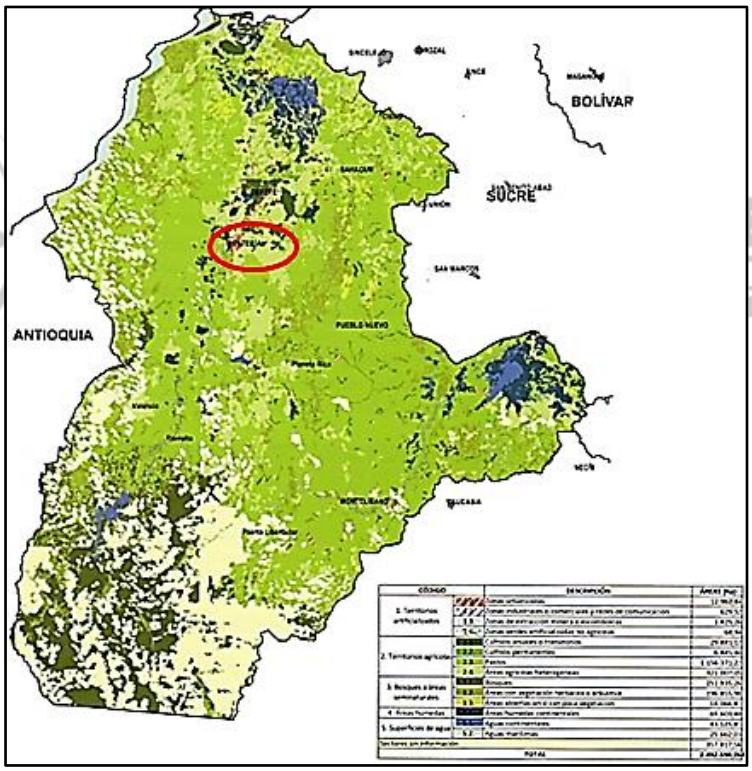


Figura 15. Mapa de Cobertura Vegetal del departamento de Córdoba.
Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

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).

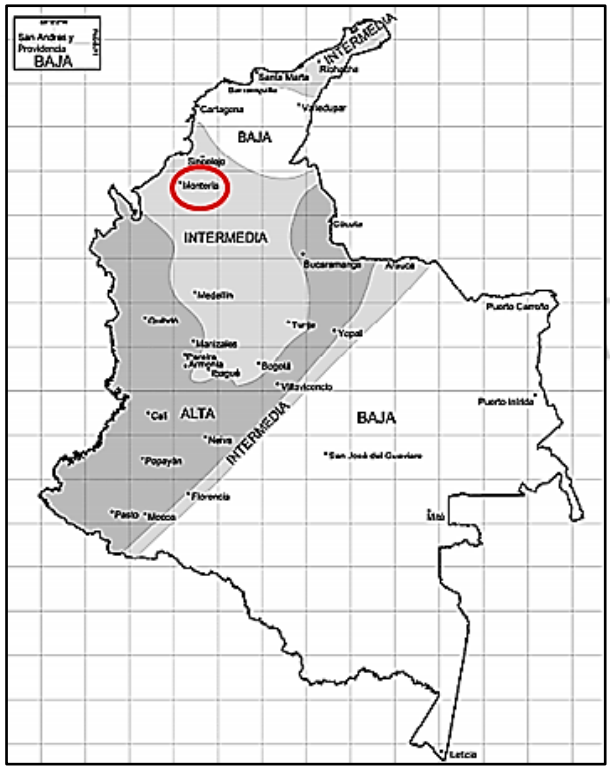


Figura 16. Zona de amenaza sísmica del municipio de Montería.
Fuente: Titulo A. Norma Sismo Resistente NSR 10.

2.7.1. Perfil de suelo.

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 limosos 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 superiores 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 la 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 del número de golpes N.

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

3. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO.

3.1. Exploración de campo.

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

N sondeo	Latitud	Longitud	Profundidad (m)	Nivel freático (m)
1	8°45'57.75"N	75°52'39.51"O	6.00	3.50
2	8°45'54.58"N	75°52'38.59"O	6.00	2.00
3	8°45'55.72"N	75°52'38.98"O	6.00	3.50

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 17. Localización de los sondeos.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

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 almádana 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 1. Exploración del subsuelo.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

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.
- Compresión inconfinada.

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
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

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:

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

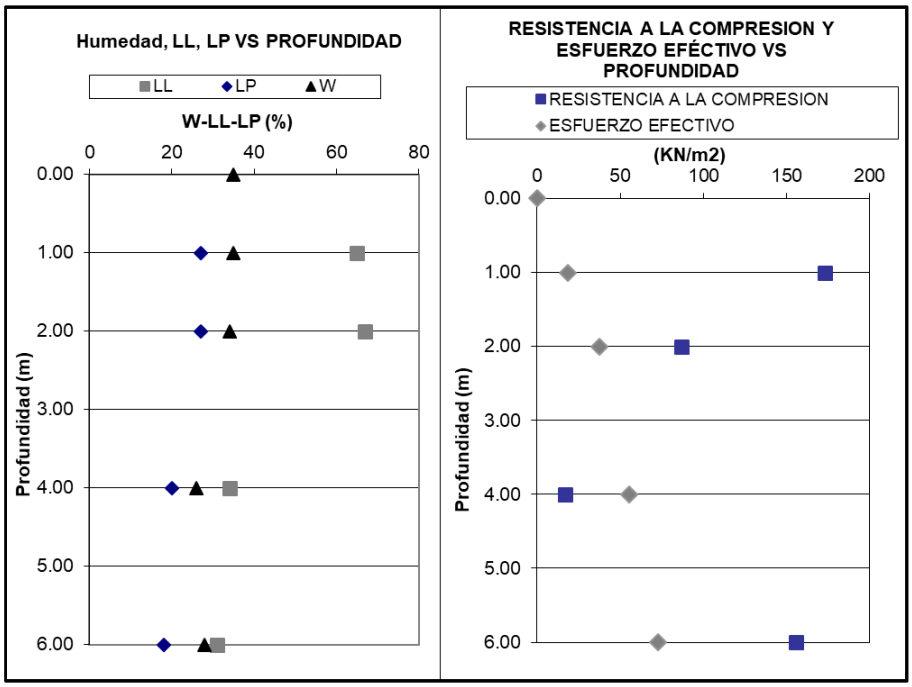
Sondeo 1.

0.00 m – 3.50 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo de consistencia variable de mediana a firme.

3.50 - 6.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo claro y gris de consistencia variable de muy blanda a firme.

Las humedades de los materiales varían entre 26 y 35%.

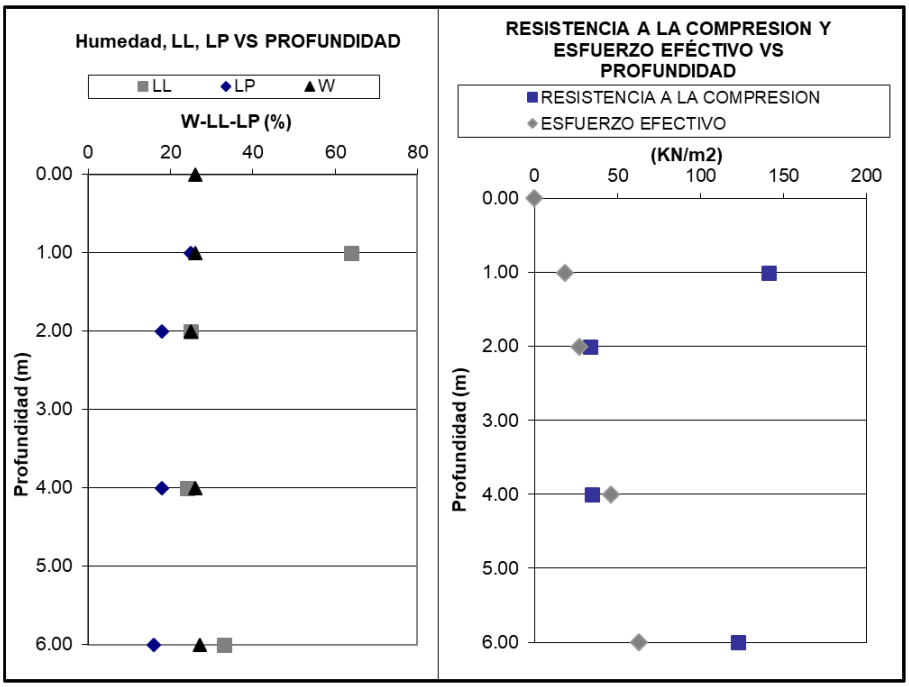
El nivel freático se encuentra a 3.50 m de profundidad.



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

Sondeo 2.

0.00 – 2.00 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo de consistencia firme.
2.0 – 4.50 m: Arcilla areno limosa de baja plasticidad de color pardo claro de consistencia blanda.
4.50 – 6.00 m: Arcilla de mediana plasticidad de color pardo y gris de consistencia firme.
Las humedades de los materiales varían entre 25 y 27%.
El nivel freático se registró a 2.00 m.



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

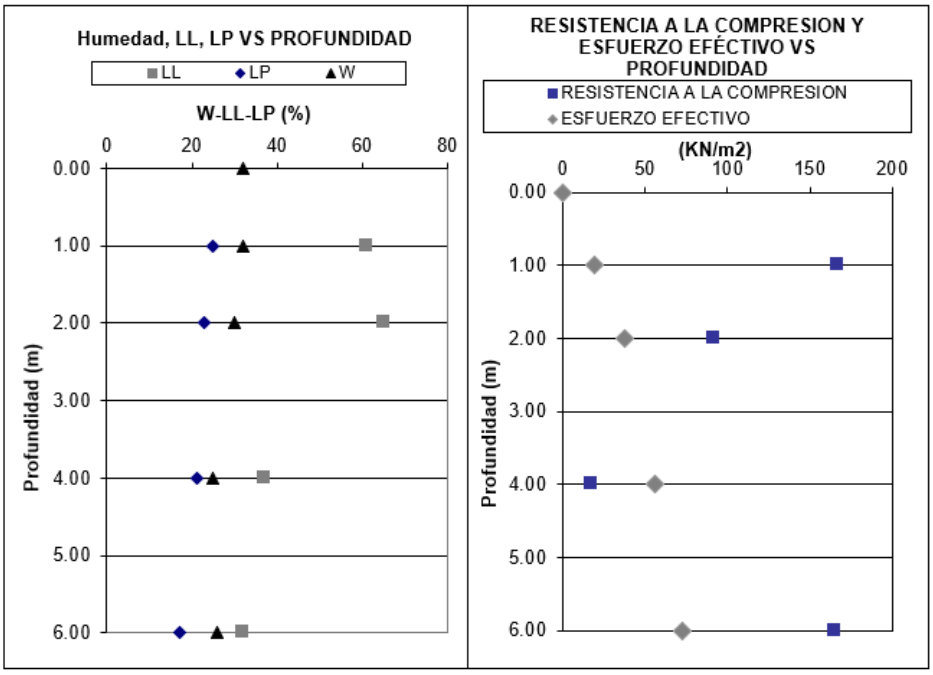
Sondeo 3.

0.00 – 3.50 m: Arcilla de alta plasticidad de color pardo de consistencia variable de media a firme.

3.50 – 6.00 m Arcilla de mediana plasticidad de color pardo claro y gris de consistencia variable de muy blanda a firme.

Las humedades de los materiales varían entre 25 y 32%.

El nivel freático se registró a 3.50 m.



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, para suelos finos, 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. 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. En el caso de las muestras alteradas, la cohesión fue calculada mediante la correlación de Stroud, dada por la siguiente formulación:

$$Cu = KN_{60}$$

- **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:

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

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
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 continuación 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 g (KN/m³)**	**Cohesión no drenada Cu (KN/m²)**	**Módulo de elasticidad E (KN/m²)**	**Relación de Poisson μ**
1.00	18.44	78.49	11774	0.30
2.00	18.73	30.10	15052	0.50
4.00	19.27	12.90	7741	0.50
6.00	18.49	69.62	34808	0.50

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

4.3. Evaluación de las características especiales de los suelos.

4.3.1. Potencial de expansión.

El material fino que conforma el subsuelo del proyecto tiene valores de límite líquido contenidos en el rango del 24 al 67% y un índice plástico del 6 al 42%, lo cual de acuerdo con lo establecido en el titulo H de la norma NSR-10, cualifica los suelos con potencial expansivo variable de bajo a muy alto.

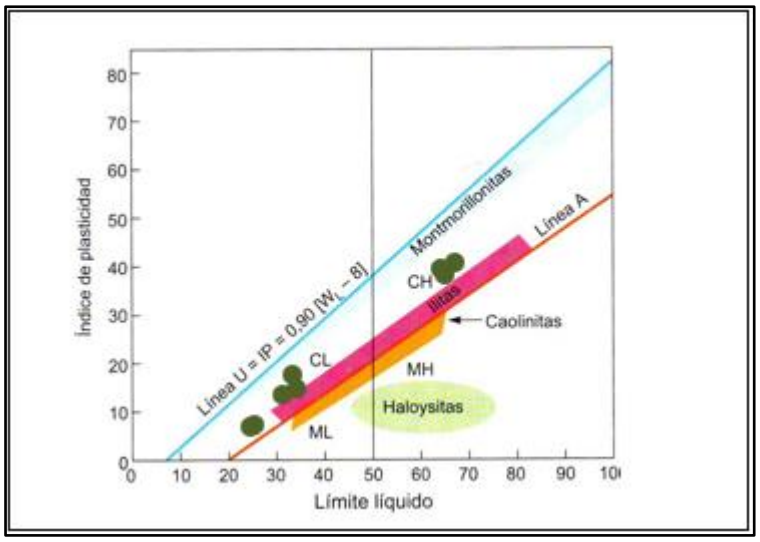
PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

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.

No obstante, el potencial expansivo alto y muy alto de algunas de las muestras, su condición saturada bien sea por la posición del nivel freático (2.00 a 3.50 m) o por capilaridad evita que se presenten cambios bruscos o drásticos en la humedad natural de las muestras, por tanto, no existe en la masa estudiada una zona activa (franja de subsuelo medida desde la superficie en la cual se producen cambios volumétricos debido a cambios en la humedad natural de las muestras de suelo).

La siguiente gráfica permite estimar la mineralogía del material fino conformante del subsuelo.



Gráfica 7. 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 Illitas.

Las Illitas son materiales con estructura mineralógica 2:1, 2 capas de tetraedros de sílice por un octaedro de alúmina, en estos materiales los átomos de silicio han sido reemplazados por aluminio y, además están presentes iones de potasio entre las hojas tetraédricas de los materiales adyacentes.

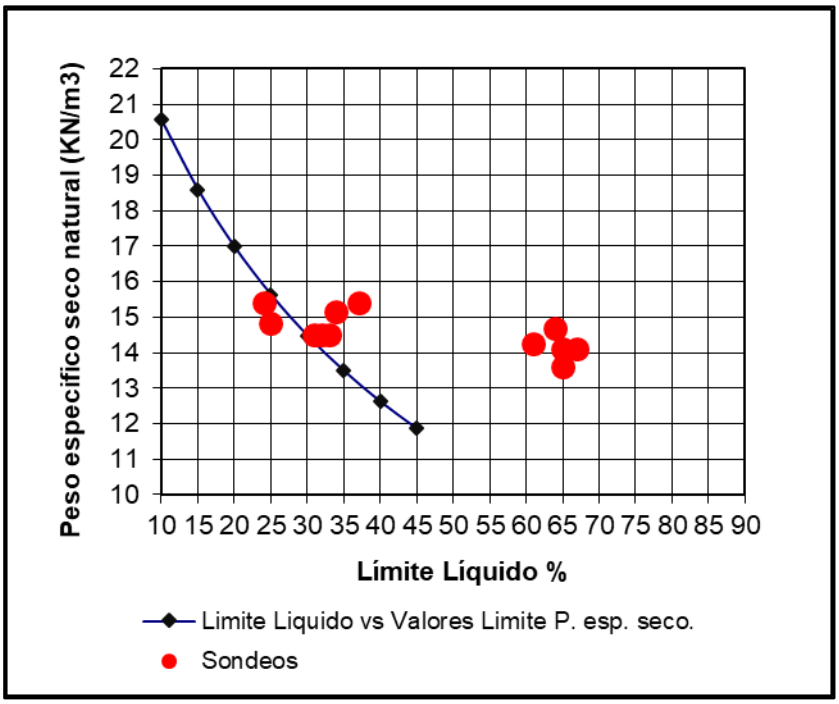
PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

4.3.2. Potencial de licuación.

El subsuelo del proyecto está conformado en su totalidad por material fino, 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 8. Evaluación de la potencialidad de colapso de los suelos del proyecto. Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

La mayoría de los puntos se encuentran localizados por encima de la línea de colapso, lo cual indica que son materiales densos no potencialmente colapsables (no sufren cambios volumétricos sustanciales al saturarse). Los puntos que se encuentran debajo de la línea, corresponden a muestras que están permanentemente bajo la influencia del nivel freático, condición bajo la cual no se presentan procesos de colapso.

5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO.

5.1. Condición del subsuelo.

El subsuelo del proyecto se compone en su totalidad por material fino, correspondiente a arcillas de alta y mediana y arcillas areno limosas de baja plasticidad de consistencia variable de muy blanda a firme. Se registra la presencia del nivel freático de 2.00 a 3.50 m de profundidad.

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
(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 relleno 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 relleno alternativa 2.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- 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.

5.2.2. Piedra rajón.

Este material será utilizado como relleno del fondo de las excavaciones sobre geotextil, debido a que el flujo ascendente puede producir inestabilidad en el fondo de la excavación; tendrá diametros variables entre 0.15 y 0.30 m, y debe cumplir ademas con los siguiente requerimientos:

- Debe tener un peso unitario individual de 21.00 KN/m^3.
- El desgaste en la maquina de los angeles debe ser menor al 50%.

- Las perdidas en el ensayo de solidez en sulfatos debe ser maximo 12% en sulfato de sodio y de 18% en sulfatos de magnesio.

Se recomienda que el geotextil a utilizar sea no tejido.

6. CIMENTACIÓN.

6.1. Cimentación para zona de juegos infantiles y gimnasio biosaludable.

De acuerdo a la naturaleza del suelo y la tipología de la estructura, se recomienda transmitir las cargas a través de losas de cimentación.

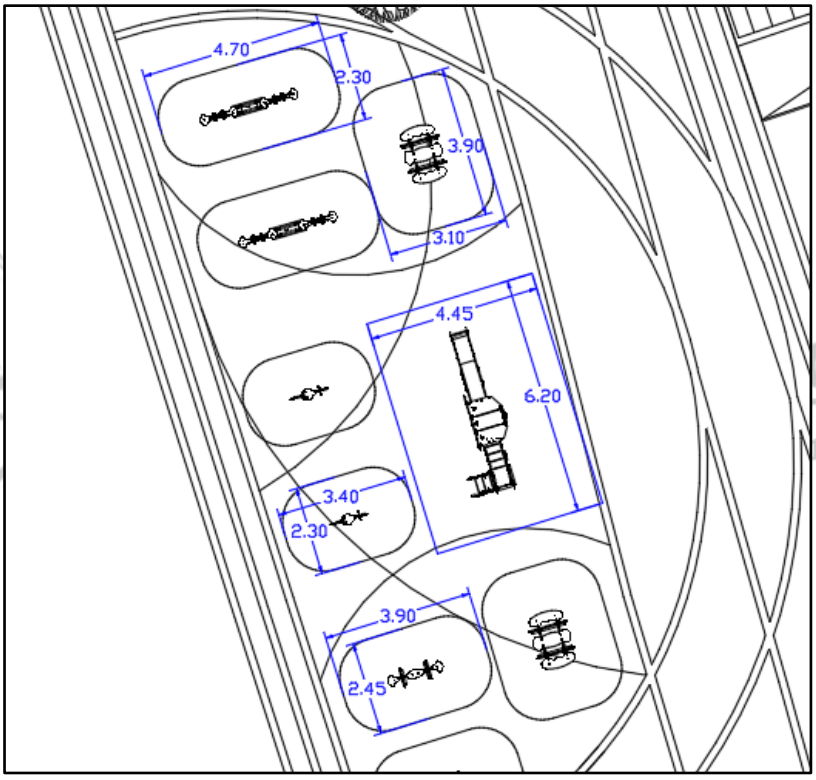


Figura 18. Esquema de la zona de juegos infantiles.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

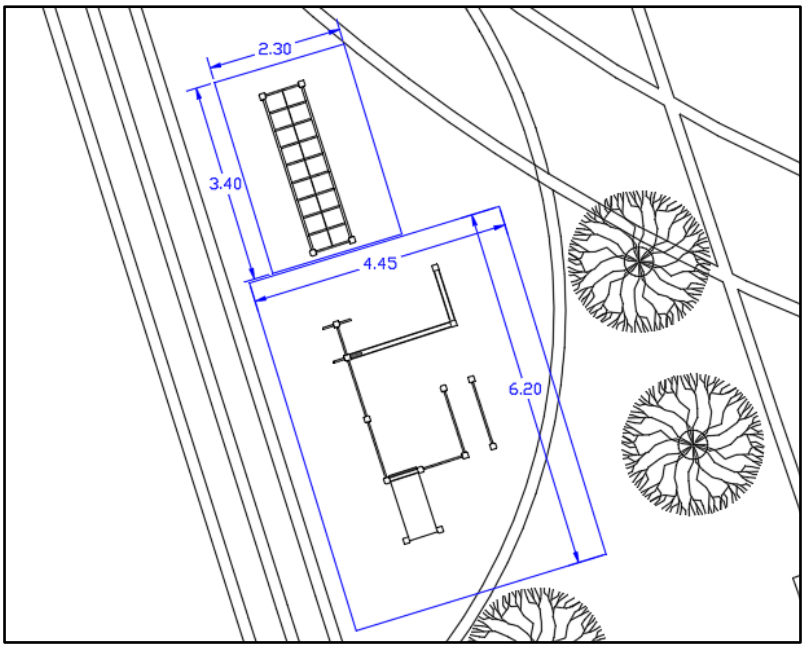


Figura 19. Esquema de la zona de juegos infantiles.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

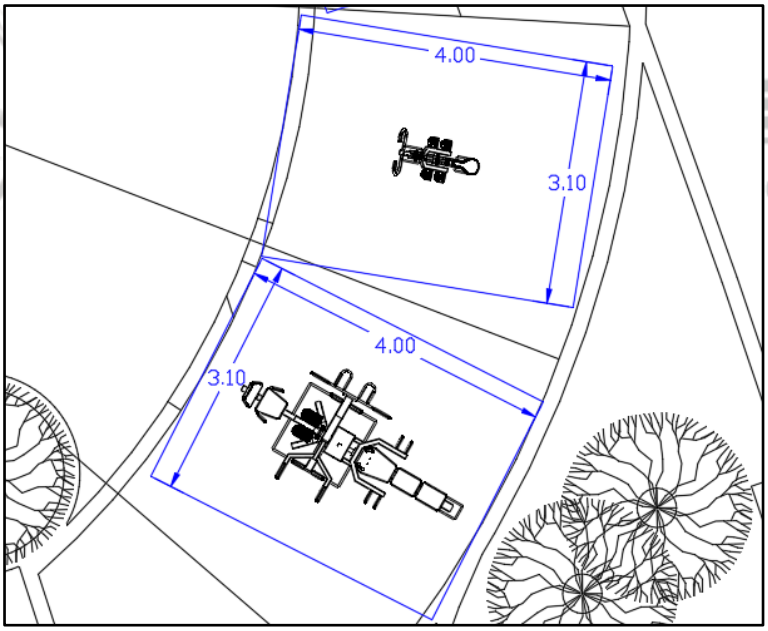


Figura 20. Esquema de gimnasio biosaludable.
Fuente: Suministrado por el solicitante.



Figura 21. Esquema de zona de gimnasio biosaludable.
Fuente: Suministrado por el solicitante.

6.1.1. Dimensión de los cimientos y profundidad de apoyo.

Las dimensiones de los cimientos son tomadas de diseños estructurales similares, se resumen en la siguiente tabla:

Estructura	Forma de la losa	B (m)	L (m)
Juegos infantiles	Rectangular	2,30	4,70
	Rectangular	2,30	3,40
	Rectangular	2,45	3,90
	Rectangular	3,10	3,90
	Rectangular	4,45	6,20
Gimnasio biosaludable	Rectangular	3,10	4,00

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

Nota: *En caso de presentar variaciones en las dimensiones dadas, se deben suministrar a esta consultoría con el fin de actualizar los cálculos.*

6.1.2. Profundidad de apoyo.

La cimentación será desplantada a 0.10 m de profundidad medidos desde la superficie del relleno proyectado para alcanzar el nivel arquitectónico propuesto. Este relleno correspondiente a material seleccionado tendrá un espesor variable de acuerdo a la

topografía de la zona. Luego, desde el terreno natural, se utilizará un mejoramiento de 0.50 m correspondiente a piedra rajón recubierto con geotextil no tejido. Entre el cimiento y el material seleccionado se dispondrán 0.05 m de solado como se muestra en la siguiente figura.

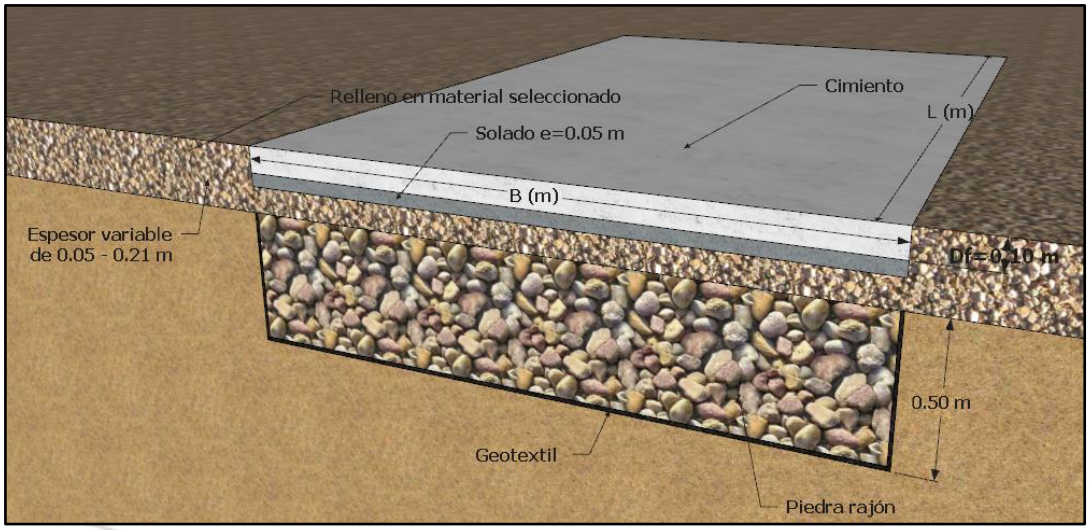


Figura 22. Esquema de la cimentación propuesta.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Nota: *El nivel de relleno para alcanzar el nivel arquitectónico del parque está dado por el nivel del box culvert diseñado, el espesor de material seleccionado puede variar entre secciones, pero siempre será constante el espesor de mejoramiento correspondiente a piedra rajón.*

6.1.3. Capacidad de carga.

a) Capacidad de carga a nivel de desplante.

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 o iguales a 3.00. Los valores obtenidos se presentan a continuación:

Estructura	Df (m)	B (m)	L (m)	qa	Carga P
				(KN/m2)	(KN)
Juegos infantiles	0,10	2,30	4,70	**112,84**	**1219,85**
	0,10	2,30	3,40	**116,58**	**911,65**
	0,10	2,45	3,90	**115,50**	**1103,56**

Estructura	Df (m)	B (m)	L (m)	qa (KN/m2)	Carga P (KN)
	0,10	3,10	3,90	**118,42**	**1431,71**
	0,10	4,45	6,20	**116,44**	**3212,52**
Gimnasio biosaludable	0,10	3,10	4,00	**104,91**	**1300,91**

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.

b) Capacidad de carga profunda.

Debido a que a 4.00 m de profundidad se registra un estrato de condiciones inferiores a las del estrato de fundación, se hace necesario realizar una revisión de capacidad de carga profunda, en la cual se compara la capacidad de carga del estrato analizado contra los esfuerzos transimitidos a ese mismo nivel por la construccion de la estructura.

Para realizar este calculo se utilizó el metodo 2:1, que permite hallar el incremento de esfuerzo vertical a cierta profundidad situada debajo del centro de un área uniformemente cargada. El método consiste en dibujar superficies inclinadas descendentes a partir del borde del área cargada, como se muestra en la siguiente figura, estas superficies tienen una pendiente de 2V:1H.

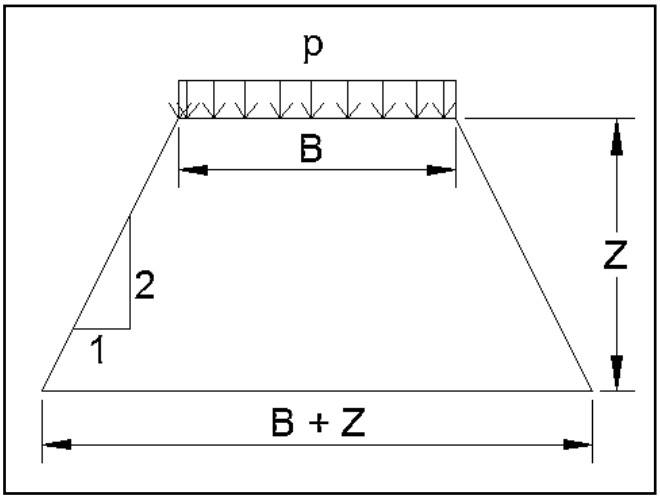


Figura 23. Método 2:1 para el cálculo de incremento de esfuerzos.

Fuente: Braja M. Das, "Fundamentos de ingeniería de cimentaciones".

Cuando el área uniformemente cargada es un área rectangular de dimensiones B x L como en la figura anterior, el método 2:1 presenta la siguiente ecuación para el cálculo del incremento de esfuerzo vertical a una profundidad z.

$$\Delta\sigma = \frac{P}{(B+Z)*(L+Z)}$$

Dónde:
Δσ: Incremento de esfuerzo vertical.
P: Carga aplicada.
B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.

El factor de seguridad se calcula como sigue:

$$FS = \frac{qu\ 2}{\Delta q}$$

Dónde:
qu2: Capacidad de carga ultima al nivel de análisis.
Δσ: Incremento de esfuerzo vertical.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

El incremento se toma como el máximo valor estimado para cada cimiento para realizar la revision por capacidad de carga profunda. Los valores obtenidos se muestran a continuación:

Estructura	Z (m)	Df (m)	B+Z (m)	L+Z (m)	qa 2 (KN/m2)	Δq (KN/m2)	FS
Juegos infantiles	3,90	4,00	6,20	8,60	44,07	22,88	**5,78**
	3,90	4,00	6,20	7,30	44,76	20,14	**6,67**
	3,90	4,00	6,35	7,80	44,41	22,28	**5,98**
	3,90	4,00	7,00	7,80	44,25	26,22	**5,06**
	3,90	4,00	8,35	10,10	42,93	38,09	**3,38**
Gimnasio biosaludable	3,90	4,00	7,00	7,90	44,19	23,52	**5,64**

Tabla 12. Capacidad de carga profunda y revision del factor de seguridad.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

Dónde:
Z: Diferencia entre la profundidad del estrato a analizar y la profundidad de desplante.
Df: Profundidad de apoyo.

B: Ancho de la cimentación.
L: Largo de la cimentación.
qa2: Capacidad de carga admisible en el estrato de condiciones inferiores.
Δq: Incremento de esfuerzo vertical.
FS: Factor de seguridad por capacidad de carga profunda.

Los resultados se consideran satisfactorios, debido a que el factor de seguridad es mayor a 3.00.

6.1.4. Asentamientos.

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:

Estructura	Df (m)	B (m)	L (m)	Es (KN/m2)	μ	qa (KN/m2)	μ1	μ2	Se (mm)
Juegos infantiles	0,10	2,30	4,70	18654	0,47	10,00	1,00	0,50	**0,40**
	0,10	2,30	3,40	18654	0,47	10,00	1,00	0,52	**0,41**
	0,10	2,45	3,90	18654	0,47	10,00	1,00	0,50	**0,42**
	0,10	3,10	3,90	18654	0,47	10,00	1,00	0,55	**0,59**
	0,10	4,45	6,20	18654	0,47	10,00	1,00	0,65	**0,99**
Gimnasio biosaludable	0,10	3,10	4,00	18654	0,47	10,00	1,00	0,50	**0,51**

Tabla 13. 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:

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

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

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

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:

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

Dónde:
W: Humedad natural.

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

Estructura	Df (m)	B(m)	L (m)	Sc (mm)
Juegos infantiles	0,10	2,30	4,70	**15,81**
	0,10	2,30	3,40	**14,59**
	0,10	2,45	3,90	**15,78**
	0,10	3,10	3,90	**18,57**
	0,10	4,45	6,20	**25,90**
Gimnasio biosaludable	0,10	3,10	4,00	**18,71**

Tabla 14. Asentamientos por consolidación.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

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

c) Asentamiento total.

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

Estructura	Df (m)	B(m)	L (m)	Se (mm)	Sc (mm)	S total (mm)
Juegos infantiles	0,10	2,30	4,70	0,40	15,81	**16,21**
	0,10	2,30	3,40	0,41	14,59	**15,00**
	0,10	2,45	3,90	0,42	15,78	**16,20**
	0,10	3,10	3,90	0,59	18,57	**19,16**
	0,10	4,45	6,20	0,99	25,90	**26,89**
Gimnasio biosaludable	0,10	3,10	4,00	0,51	18,71	**19,22**

Tabla 15. 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 permisible.

6.2. 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 0.30 m de espesor correspondiente a material seleccionado, el cual debe cumplir con los requisitos dados en el numeral 5.2.1.

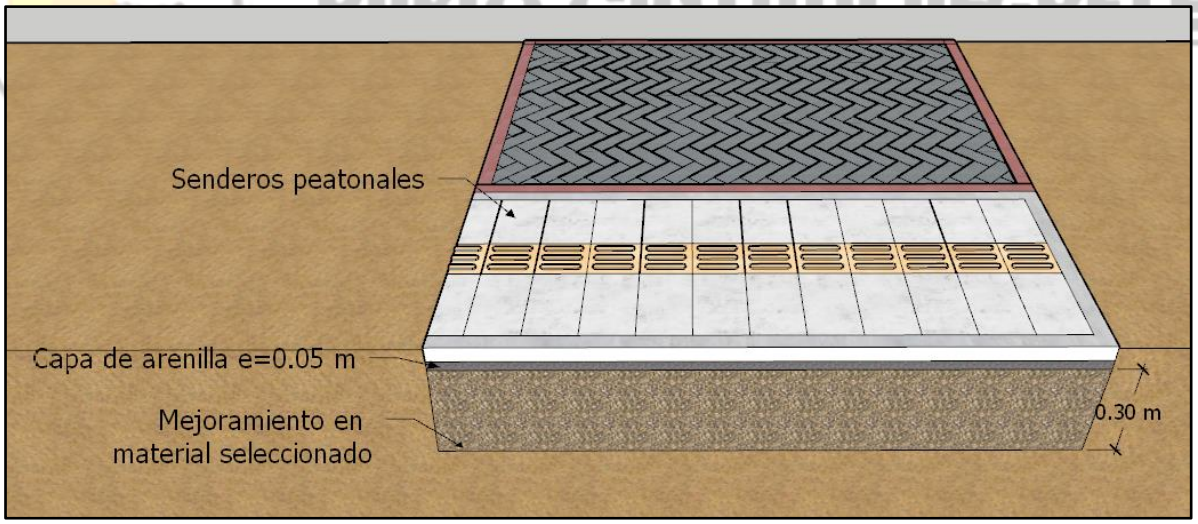


Figura 24. Esquema de los andenes.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al realizar el presente informe se generan las siguientes conclusiones:

- El subsuelo del proyecto se compone en su totalidad por material fino, correspondiente a arcillas de alta y mediana y arcillas areno limosas de baja plasticidad de consistencia variable de muy blanda a firme.
- Se registra la presencia del nivel freático de 2.00 a 3.50 m de profundidad.
- El material fino que conforma el subsuelo del proyecto, se cualificó como suelo con potencial expansivo variable de bajo a muy alto. Sin embargo, no se considera una zona activa, por la influencia del nivel freático o por capilaridad.
- Los suelos encontrados no son potencialmente licuables.
- Los suelos encontrados no son susceptibles de colapso.
- Para la construcción de cada estructura contemplada en el plano suministrado por el solicitante se recomienda transmitir las cargas generadas a través de cada tipo de cimentación mencionada previamente.
- El proyecto presenta un canal de sección rectangular revestido en concreto y con tapa, el cual genera un nivel de relleno en la zona de parque en algunos sitios de 0.05 a 0.21 m. Este canal fue suministrado por el solicitante y se presenta a continuación:

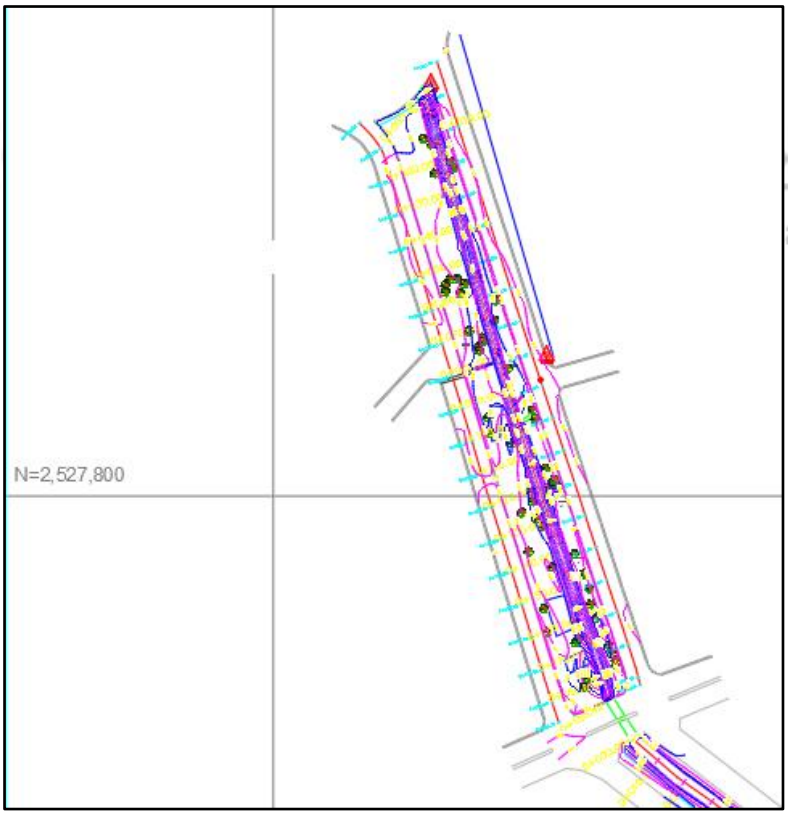


Figura 25. Vista en planta del canal de la calle 44.
Fuente: suministrada por el solicitante.

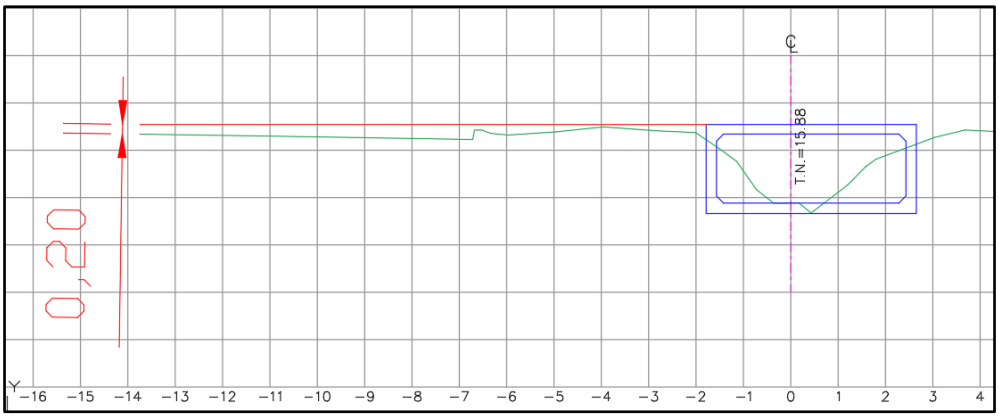


Figura 26. Sección transversal del canal de la calle 44.
Fuente: suministrada por el solicitante.

- Los cimientos serán desplantados acorde a lo señalado dependiendo del tipo de cimentación recomendada. Los cimientos estarán apoyados sobre mejoramiento correspondiente a piedra rajón sobre geotextil no tejido, y entre el cimiento y el mejoramiento una capa de material seleccionado.
- Se estiman los asentamientos generados y se obtienen valores satisfactorios, al ser inferiores al máximo permisible, una vez obtenidos los valores de las cargas reales del proyecto se deben suministrar a la presente consultoría para realizar la revisión pertinente.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

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 los taludes de excavación deben ser realizados con inclinaciones de 45º, de lo 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.

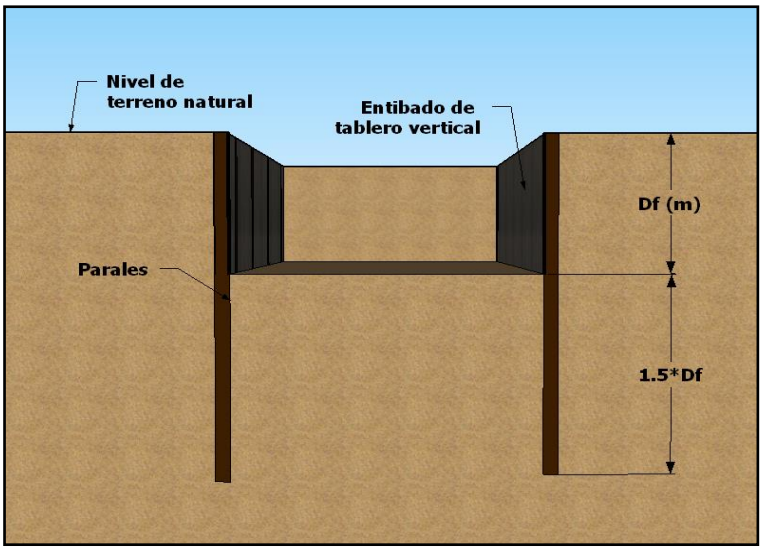


Figura 27. Sistema de entibado con tableros vertical.
Fuente: Elaborado por la presente consultoría.

- 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 o aumento del nivel freático 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 16. 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 17. 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.

7.1. 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.

7.2. Recomendaciones para senderos peatonales y andenes.

Las recomendaciones constructivas se dan a continuación:

- 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 harán 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.

7.3. Procedimiento y recomendaciones de construcción.

- 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.

7.4. 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 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.

8. 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.
- Título A Norma Sismo Resistente de 2010, decreto final 2010-01-13.
- Título H Norma Sismo Resistente de 2010, decreto final 2010-01-13.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

9. 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.

Este estudio está sujeto a modificaciones, de acuerdo con los resultados del estudio de riesgos.

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

ANEXO 1.
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

ESTRATIGRAFIA

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN
LOCALIZACIÓN: CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 1
FECHA: JULIO DE 2024
CODIGO: 0724065

V1

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								
1m	18.35	86.60		35.00%	65.00%	38.00%	CH	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 95.88% ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO
2m	18.91	43.54		34.00%	67.00%	40.00%	CH	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 96.19% ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO
3m								
4m	19.11	8.47		26.00%	34.00%	14.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 91.99% ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS
5m								
6m			16	28.00%	31.00%	13.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 94.63% ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS

Nivel Freático: 3,50 m

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

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

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN PARQUE
LOCALIZACIÓN: CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 2
FECHA: JULIO DE 2024
CODIGO: 0724065

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								
1m	18.53	70.39		26.00%	64.00%	39.00%	CH	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 94.59% ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO
2m	18.55	16.67		25.00%	25.00%	7.00%	CL-ML	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 59.05% ARCILLA ARENO LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO CLARO
3m								
4m	19.43	17.33		26.00%	24.00%	6.00%	CL-ML	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 65.93% ARCILLA ARENO LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD PARDO CLARO
5m								
6m			16	27.00%	33.00%	17.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 91.08% ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS

Nivel Freático: 2,00 m

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

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

ESTRATIGRAFIA

V1

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN
LOCALIZACIÓN: CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA

SONDEO Nº: 3
FECHA: JULIO DE 2024
CODIGO: 0724065

Perfil Estratigráfico	Peso Unitario (KN/m3)	Cohesión (KN/m2)	N	w	LL	IP	Clasificación SUCS	Observaciones
0 m								
1m	18.84	83.35		32.00%	61.00%	36.00%	CH	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 94.12% ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO
2m	18.35	45.77		30.00%	65.00%	42.00%	CH	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 95.34% ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD PARDO
3m								
4m	19.28	8.96		25.00%	37.00%	16.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 90.74% ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS
5m								
6m			17	26.00%	32.00%	15.00%	CL	PASA Nº4 = 100.00% PASA Nº200 = 93.62% ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD PARDO CLARO Y GRIS

Nivel Freático: 3,50 m

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

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

ANEXO 2.
ENSAYOS DE LABORATORIO
(EN CD)

PABLO CASTILLA NEGRETE
Estudios Geotécnicos y Ambientales

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	1	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

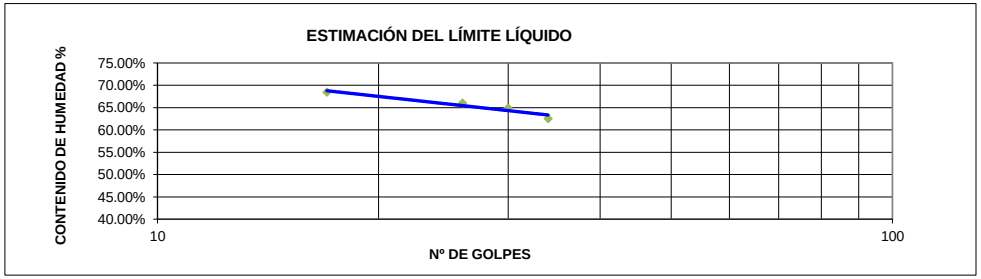
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OG5	4.33	21.44	17.02	34.83%
RN3	4.35	21.61	17.14	34.95%
WJ6	4.15	20.20	16.02	35.21%
OW2	4.28	21.08	16.73	34.99%
				35.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AN6	34	13.84	23.90	20.03	62.52%
TM2	30	13.82	23.12	19.46	64.89%
FV6	26	13.71	24.55	20.24	66.00%
IJ5	17	13.90	24.90	20.43	68.45%
					65.00%

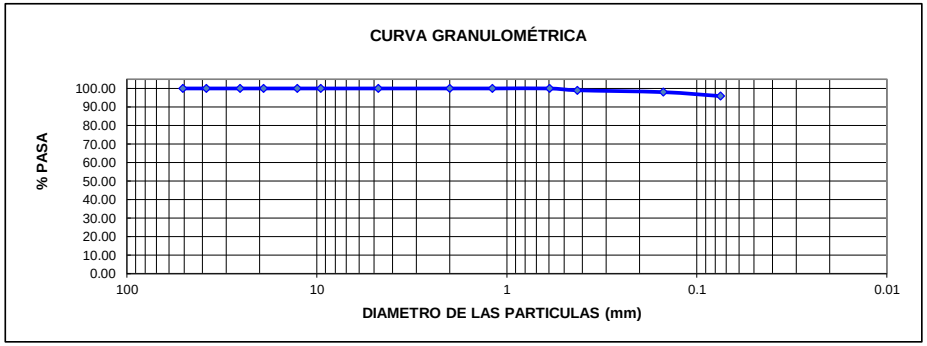
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OR5	13.35	17.67	16.74	27.43%
TK6	13.51	17.20	16.43	26.37%
OQ4	13.50	18.12	17.13	27.27%
YE4	13.60	17.11	16.38	26.26%
				27.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		28.15	**W ret Nº200+rec:**		38.09	
W rec + m:		269.45	**W ret Nº200:**		9.94	
W Seco Inicial (g)		241.30	**Suma W Retenidos**		9.94	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	2.36	2.36	0.98	0.98	99.02
N ° 100	0.15	2.44	2.44	1.01	1.99	98.01
N ° 200	0.08	5.14	5.14	2.13	4.12	95.88
Fondo	0.00	231.36	231.36	95.88	100.00	0.00
Total		241.30	241.30			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	65%
TAMIZ Nº200:	95.9%	**IP:**	38%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

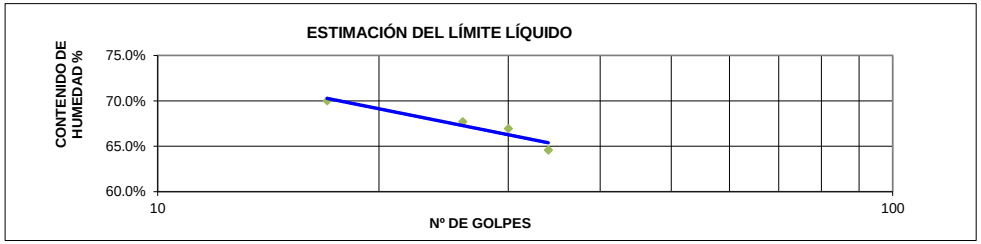
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AA6	3.93	15.15	12.31	33.89%
YB4	4.50	25.25	20.02	33.70%
EC7	4.15	19.90	15.90	34.04%
PT5	4.19	20.10	16.08	33.86%
				34.00%

LÌMITE LÌQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PW14	34	15.94	26.95	22.63	64.6%
PG5	30	15.92	26.17	22.06	66.9%
TJ24	26	15.81	27.60	22.84	67.7%
HW43	17	16.00	27.95	23.03	70.0%
					67.00%

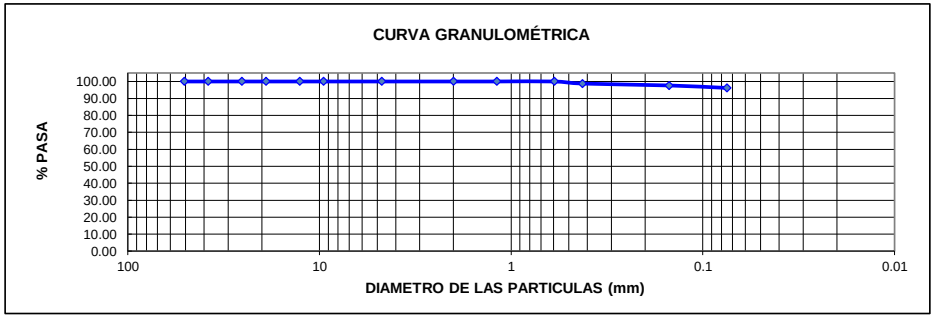
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AX5	15.47	20.08	19.09	27.35%
IU7	15.63	19.61	18.78	26.35%
QV5	15.62	20.53	19.48	27.20%
PO34	15.72	19.52	18.73	26.25%
				27.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		26.84	**W ret Nº200+rec:**		35.02	
W rec + m:		241.32	**W ret Nº200:**		8.18	
W Seco Inicial (g)		214.48	**Suma W Retenidos**		8.18	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	2.65	2.65	1.24	1.24	98.76
N ° 100	0.15	2.39	2.39	1.11	2.35	97.65
N ° 200	0.08	3.14	3.14	1.46	3.81	96.19
Fondo	0.00	206.30	206.30	96.19	100.00	0.00
Total		214.48	214.48			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	67%
TAMIZ Nº200:	96.2%	**IP:**	40%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

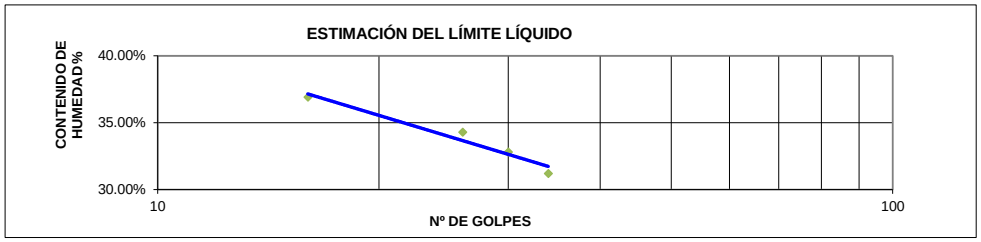
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
TB14	3.94	24.12	19.71	27.96%
AT56	4.48	24.54	20.18	27.77%
QQ1	4.18	20.50	17.40	23.45%
PK5	4.20	23.05	19.10	26.56%
				26.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AT5	34	13.76	24.15	21.68	31.19%
YH2	30	13.82	23.70	21.26	32.80%
IIU2	26	13.76	23.12	20.73	34.29%
PQ6	16	13.71	25.10	22.03	36.90%
					34.00%

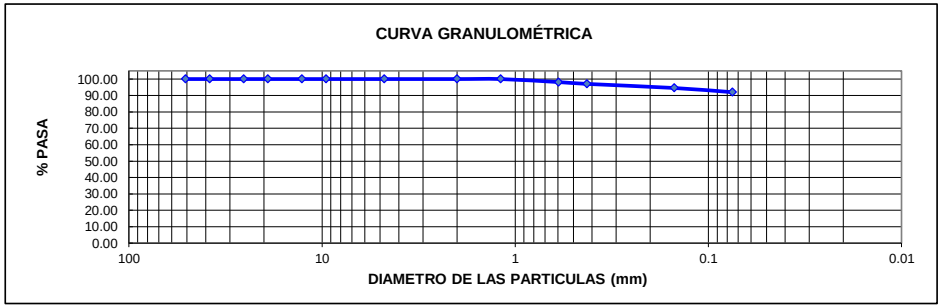
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PW7	13.76	18.16	17.43	19.89%
UU12	13.86	17.20	16.64	20.14%
WF16	13.80	17.58	16.93	20.77%
PK43	13.71	17.10	16.53	20.21%
				20.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		40.10	**W ret Nº200+rec:**		51.48	
W rec + m:		182.10	**W ret Nº200:**		11.38	
W Seco Inicial (g)		142.00	**Suma W Retenidos**		11.38	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	2.63	2.63	1.85	1.85	98.15
Nº40	0.43	1.56	1.56	1.10	2.95	97.05
N ° 100	0.15	3.54	3.54	2.49	5.44	94.56
N ° 200	0.08	3.65	3.65	2.57	8.01	91.99
Fondo	0.00	130.62	130.62	91.99	100.00	0.00
Total		142.00	142.00			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	34%
TAMIZ Nº200:	92.0%	**IP:**	14%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	1	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	5.50 - 6.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

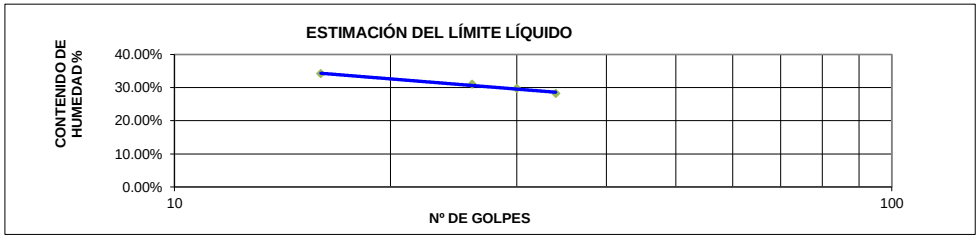
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
NL8	3.94	19.70	16.23	28.23%
PI4	4.48	18.15	15.16	28.00%
EN2	3.98	24.70	20.33	26.73%
WJ7	4.13	20.85	17.24	27.54%
				28.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
FG4	34	14.96	24.99	22.78	28.26%
ST3	30	15.02	24.54	22.36	29.70%
GS3	26	14.96	23.96	21.83	31.00%
STH3	16	14.91	25.94	23.13	34.18%
					31.00%

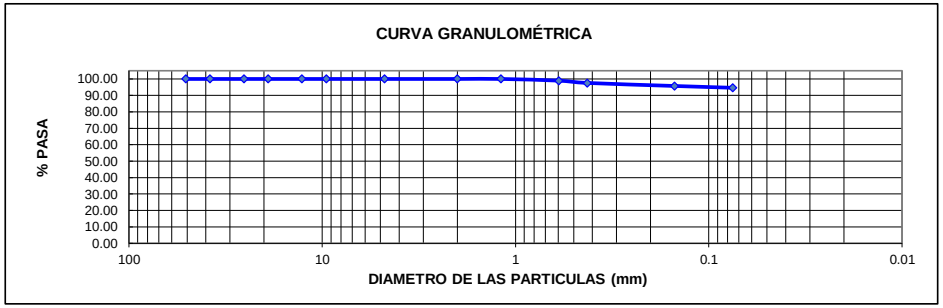
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
RTG4	14.88	19.21	18.55	17.98%
FGA3	14.98	18.25	17.76	17.63%
SRT3	14.92	18.63	18.05	18.53%
SA24	14.83	18.15	17.65	17.73%
				18.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		28.45	**W ret Nº200+rec:**		40.56	
W rec + m:		254.12	**W ret Nº200:**		12.11	
W Seco Inicial (g)		225.67	**Suma W Retenidos**		12.11	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	2.36	2.36	1.05	1.05	98.95
Nº40	0.43	3.12	3.12	1.38	2.43	97.57
N ° 100	0.15	4.14	4.14	1.83	4.26	95.74
N ° 200	0.08	2.49	2.49	1.10	5.37	94.63
Fondo	0.00	213.56	213.56	94.63	100.00	0.00
Total		225.67	225.67			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	31%
TAMIZ Nº200:	94.6%	**IP:**	13%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD			

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

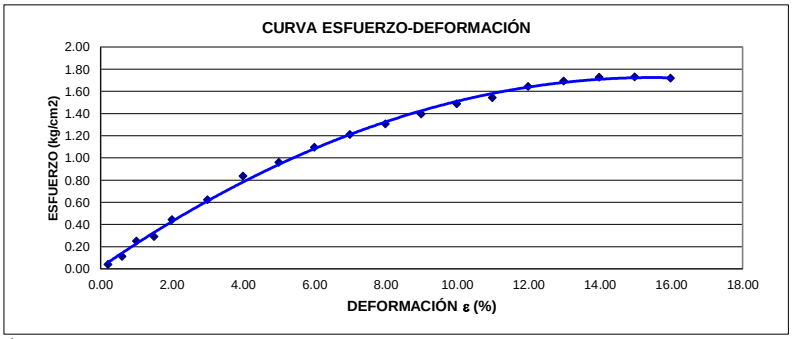
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	6.00	cm	Área =	28.27	cm^2
Altura =	12.72	cm	Volumen =	359.65	cm^3
Peso =	660.12	gr.	Peso Unitario =	18.35	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	86.60	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	11	0.03	0.20	1.10	28.33	0.04
30	0.23	32	0.08	0.60	3.20	28.44	0.11
50	0.35	72	0.13	1.00	7.20	28.56	0.25
75	0.55	84	0.19	1.50	8.40	28.70	0.29
100	0.78	128	0.25	2.00	12.80	28.85	0.44
150	1.28	182	0.38	3.00	18.20	29.15	0.62
200	1.75	246	0.51	3.99	24.60	29.45	0.84
250	2.22	286	0.64	4.99	28.60	29.76	0.96
300	2.67	330	0.76	5.99	33.00	30.08	1.10
350	3.13	368	0.89	6.99	36.80	30.40	1.21
400	3.60	402	1.02	7.99	40.20	30.73	1.31
450	4.08	434	1.14	8.99	43.40	31.07	1.40
500	4.57	468	1.27	9.98	46.80	31.41	1.49
550	5.05	490	1.40	10.98	49.00	31.76	1.54
600	5.53	528	1.52	11.98	52.80	32.12	1.64
650	5.98	550	1.65	12.98	55.00	32.49	1.69
700	6.43	568	1.78	13.98	56.80	32.87	1.73
750	6.87	576	1.91	14.98	57.60	33.25	1.73
800	7.35	579	2.03	15.97	57.90	33.65	1.72



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

Consultorías Geotécnica y Ambiente SAS	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

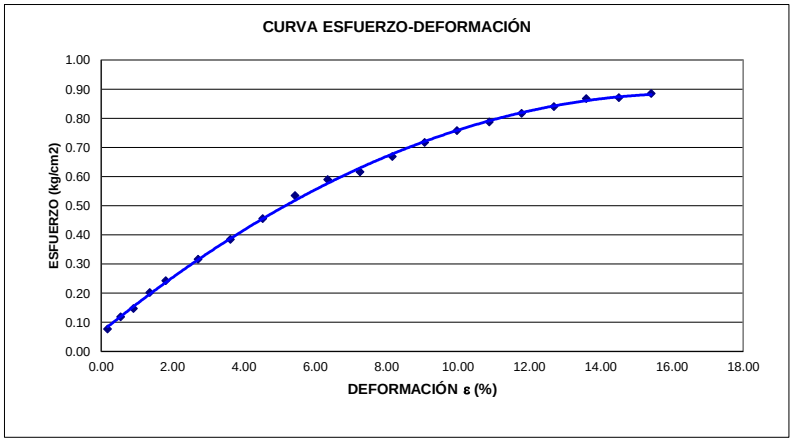
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	6.00	cm	Área =	28.27	cm^2
Altura =	14.00	cm	Volumen =	395.84	cm^3
Peso =	748.61	gr.	Peso Unitario =	18.91	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	43.54	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	0.13	22	0.03	0.18	2.20	28.33	0.08
30	0.28	34	0.08	0.54	3.40	28.43	0.12
50	0.45	42	0.13	0.91	4.20	28.53	0.15
75	0.62	58	0.19	1.36	5.80	28.66	0.20
100	0.83	70	0.25	1.81	7.00	28.80	0.24
150	1.28	92	0.38	2.72	9.20	29.07	0.32
200	1.75	113	0.51	3.63	11.30	29.34	0.39
250	2.25	135	0.64	4.54	13.50	29.62	0.46
300	2.70	160	0.76	5.44	16.00	29.90	0.54
350	3.15	178	0.89	6.35	17.80	30.19	0.59
400	3.63	188	1.02	7.26	18.80	30.49	0.62
450	4.13	206	1.14	8.16	20.60	30.79	0.67
500	4.57	223	1.27	9.07	22.30	31.10	0.72
550	5.05	238	1.40	9.98	23.80	31.41	0.76
600	5.53	250	1.52	10.89	25.00	31.73	0.79
650	5.98	262	1.65	11.79	26.20	32.05	0.82
700	6.28	272	1.78	12.70	27.20	32.39	0.84
750	6.87	284	1.91	13.61	28.40	32.73	0.87
800	7.37	288	2.03	14.51	28.80	33.07	0.87
850	7.87	296	2.16	15.42	29.60	33.43	0.89
900	8.20	306	2.29	16.33	30.60	33.79	0.91
950	8.38	312	2.41	17.24	31.20	34.16	0.91
1000	8.90	318	2.54	18.14	31.80	34.54	0.92
1050	9.40	324	2.67	19.05	32.40	34.93	0.93
1100	9.53	328	2.79	19.96	32.80	35.32	0.93
1150	9.80	334	2.92	20.86	33.40	35.73	0.93
1200	9.92	340	3.05	21.77	34.00	36.14	0.94
1250	10.27	344	3.18	22.68	34.40	36.57	0.94
1300	10.45	346	3.30	23.59	34.60	37.00	0.94



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

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

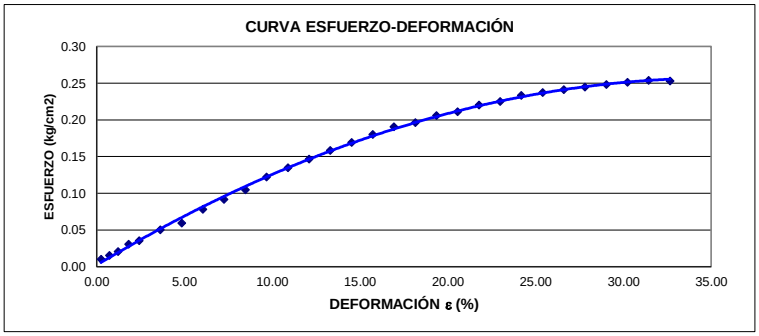
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº:**	1
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO CLARO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	4.94	cm	Área =	19.17	cm^2
Altura =	10.50	cm	Volumen =	201.25	cm^3
Peso =	384.60	gr.	Peso Unitario =	19.11	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	8.47	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	0.13	2	0.03	0.24	0.20	19.21	0.01
30	0.28	3	0.08	0.73	0.30	19.31	0.02
50	0.43	4	0.13	1.21	0.40	19.40	0.02
75	0.67	6	0.19	1.81	0.60	19.52	0.03
100	0.87	7	0.25	2.42	0.70	19.64	0.04
150	1.30	10	0.38	3.63	1.00	19.89	0.05
200	1.70	12	0.51	4.84	1.20	20.14	0.06
250	2.15	16	0.64	6.05	1.60	20.40	0.08
300	2.62	19	0.76	7.26	1.90	20.67	0.09
350	3.08	22	0.89	8.47	2.20	20.94	0.11
400	3.55	26	1.02	9.68	2.60	21.22	0.12
450	4.03	29	1.14	10.89	2.90	21.51	0.13
500	4.48	32	1.27	12.10	3.20	21.80	0.15
550	4.97	35	1.40	13.30	3.50	22.11	0.16
600	5.45	38	1.52	14.51	3.80	22.42	0.17
650	5.92	41	1.65	15.72	4.10	22.74	0.18
700	6.33	44	1.78	16.93	4.40	23.07	0.19
750	6.78	46	1.91	18.14	4.60	23.41	0.20
800	7.25	49	2.03	19.35	4.90	23.77	0.21
850	7.75	51	2.16	20.56	5.10	24.13	0.21
900	8.23	54	2.29	21.77	5.40	24.50	0.22
950	8.70	56	2.41	22.98	5.60	24.89	0.23
1000	9.20	59	2.54	24.19	5.90	25.28	0.23
1050	9.65	61	2.67	25.40	6.10	25.69	0.24
1100	10.08	63	2.79	26.61	6.30	26.12	0.24
1150	10.50	65	2.92	27.82	6.50	26.55	0.24
1200	10.98	67	3.05	29.03	6.70	27.01	0.25
1250	11.47	69	3.18	30.24	6.90	27.47	0.25
1300	11.95	71	3.30	31.45	7.10	27.96	0.25
1350	12.45	72	3.43	32.66	7.20	28.46	0.25



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

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	1	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

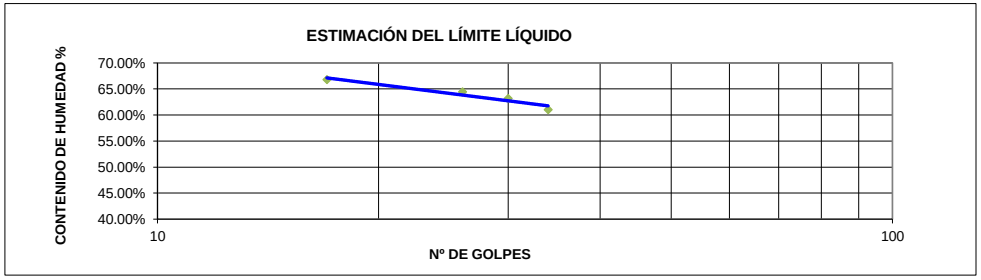
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PF5	4.02	21.34	17.78	25.87%
FV4	3.89	28.23	23.26	25.66%
TN1	4.15	19.90	16.53	27.22%
QN6	4.02	23.16	19.19	26.15%
				26.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AX5	34	15.07	25.44	21.51	61.02%
TV3	30	15.05	24.66	20.94	63.16%
DG2	26	14.94	26.09	21.72	64.45%
EF3	17	15.13	26.44	21.91	66.81%
					64.00%

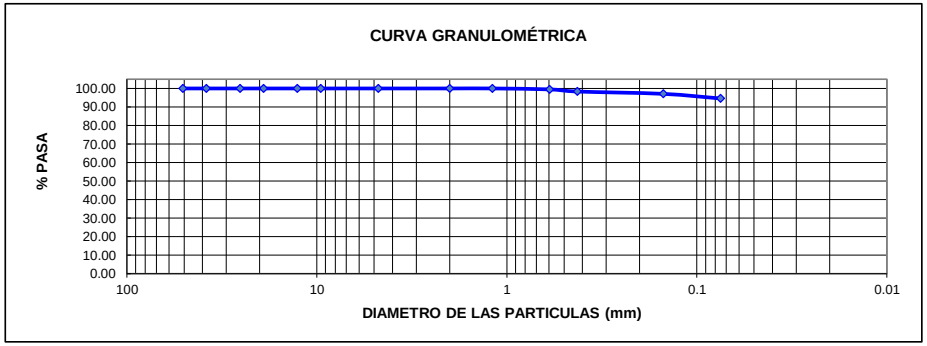
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AN2	14.51	18.92	18.02	25.64%
KS1	14.67	18.45	17.71	24.34%
LS5	14.66	19.37	18.41	25.60%
LJ57	14.76	18.36	17.66	24.14%
				25.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		27.36	**W ret Nº200+rec:**		40.70	
W rec + m:		274.15	**W ret Nº200:**		13.34	
W Seco Inicial (g)		246.79	**Suma W Retenidos**		13.34	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	1.26	1.26	0.51	0.51	99.49
Nº40	0.43	2.84	2.84	1.15	1.66	98.34
N ° 100	0.15	3.11	3.11	1.26	2.92	97.08
N ° 200	0.08	6.13	6.13	2.48	5.41	94.59
Fondo	0.00	233.45	233.45	94.59	100.00	0.00
Total		246.79	246.79			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	64%
TAMIZ Nº200:	94.6%	**IP:**	39%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

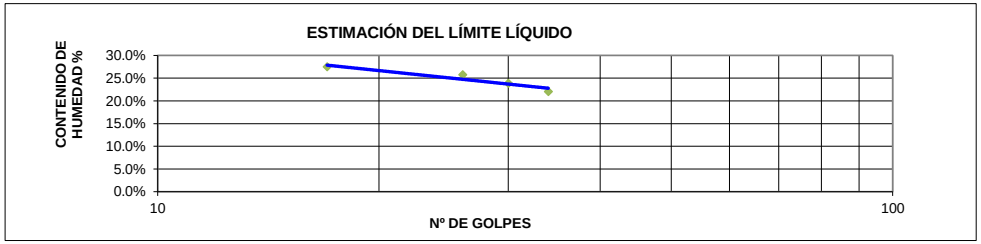
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
KB6	3.97	28.01	23.20	25.01%
PK2	4.01	21.20	17.84	24.30%
PS6	4.16	20.50	17.23	25.02%
HJ17	4.05	23.24	19.42	24.80%
				25.00%

LÌMITE LÌQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AJ16	34	13.80	23.15	21.46	22.1%
FB53	30	13.72	25.10	22.91	23.8%
IU78	26	26.63	34.89	33.20	25.7%
JGE2	17	13.70	24.10	21.86	27.5%
					25.00%

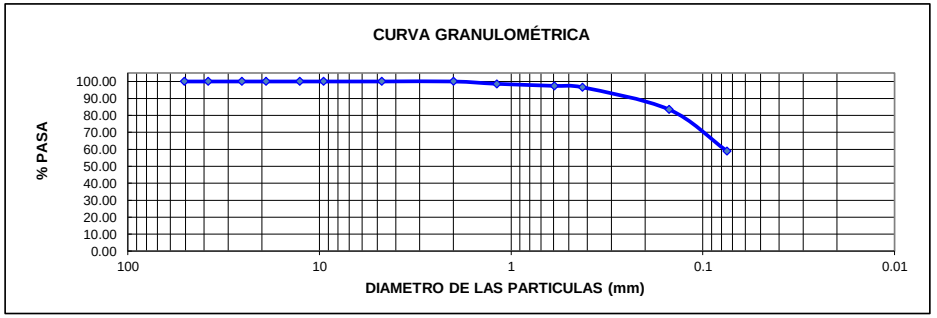
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PF5	12.86	17.91	17.13	18.27%
UJ4	13.70	17.16	16.16	40.48%
II8	13.82	18.20	17.48	19.67%
UG3	13.90	19.40	18.54	18.53%
				18.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		21.28	**W ret Nº200+rec:**		101.51	
W rec + m:		217.18	**W ret Nº200:**		80.23	
W Seco Inicial (g)		195.90	**Suma W Retenidos**		80.23	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	2.72	2.72	1.39	1.39	98.61
Nº30	0.60	2.38	2.38	1.21	2.60	97.40
Nº40	0.43	1.62	1.62	0.83	3.43	96.57
N ° 100	0.15	25.69	25.69	13.11	16.54	83.46
N ° 200	0.08	47.82	47.82	24.41	40.95	59.05
Fondo	0.00	115.67	115.67	59.05	100.00	0.00
Total		195.90	195.90			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	25%
TAMIZ Nº200:	59.0%	**IP:**	7%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL-ML**
ARCILLA ARENO LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AZ4	3.98	18.60	15.63	25.49%
RX4	3.90	24.13	19.98	25.81%
JG3	4.12	20.50	17.13	25.90%
U51	4.00	21.08	17.58	25.75%
				26.00%

LÍMITE LÍQUIDO

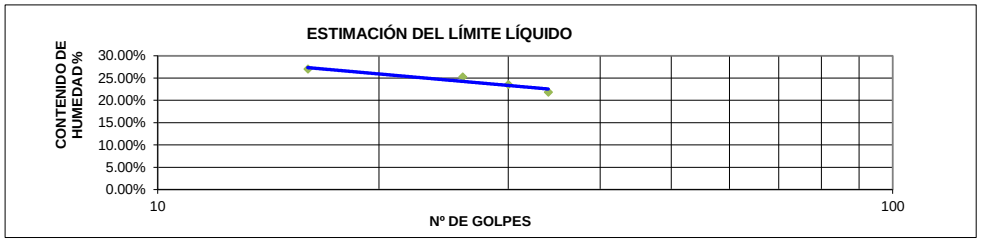
Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OI7	34	15.22	24.95	23.21	21.78%
YB5	30	15.14	26.90	24.66	23.53%
HS2	26	28.05	36.69	34.95	25.22%
AZ5	16	15.12	25.90	23.61	26.97%
					24.00%

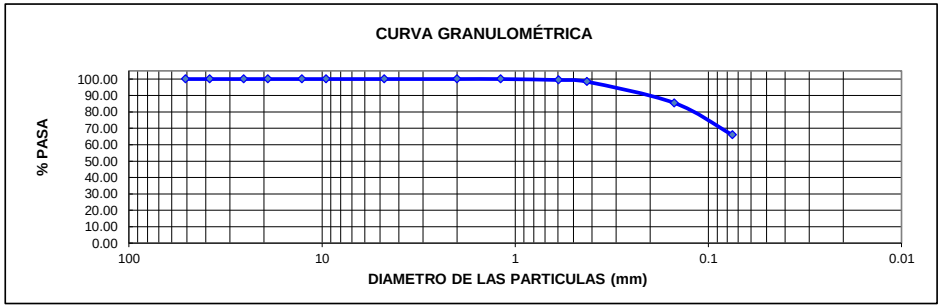
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AJ8	13.28	18.41	17.65	17.39%
HV6	14.12	17.66	16.68	38.12%
JE27	14.24	18.70	18.00	18.62%
KG16	14.32	19.90	19.06	17.72%
				18.00%

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		23.64	**W ret Nº200+rec:**		103.28	
W rec + m:		257.40	**W ret Nº200:**		79.64	
W Seco Inicial (g)		233.76	**Suma W Retenidos**		79.64	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	1.36	1.36	0.58	0.58	99.42
Nº40	0.43	2.41	2.41	1.03	1.61	98.39
N ° 100	0.15	30.24	30.24	12.94	14.55	85.45
N ° 200	0.08	45.63	45.63	19.52	34.07	65.93
Fondo	0.00	154.12	154.12	65.93	100.00	0.00
Total		233.76	233.76			





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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	24%
TAMIZ Nº200:	65.9%	**IP:**	6%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL-ML**
ARCILLA ARENO LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

Consultorías Geotecnia y Ambiente S.A.S.

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE	**SONDEO Nº**	2	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	5.50 - 6.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
NB2	3.90	18.20	15.13	27.34%
AF5	4.16	19.96	16.62	26.81%
JG12	4.18	20.61	17.13	26.87%
KH35	4.08	19.59	16.29	26.99%
				27.00%

LÍMITE LÍQUIDO

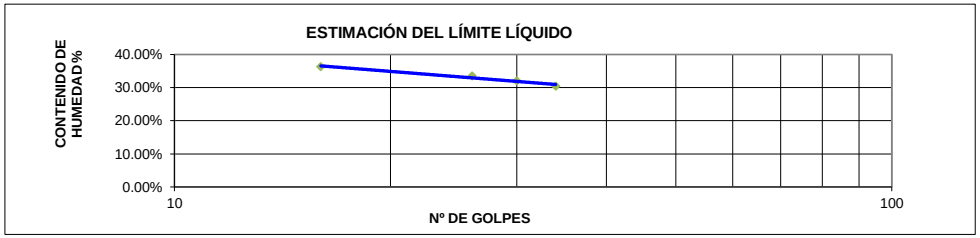
Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OV58	34	16.16	26.23	23.88	30.44%
JG23	30	16.22	25.78	23.46	32.04%
JO59	26	16.16	25.20	22.93	33.53%
KU11	16	16.11	27.18	24.23	36.33%
					33.00%

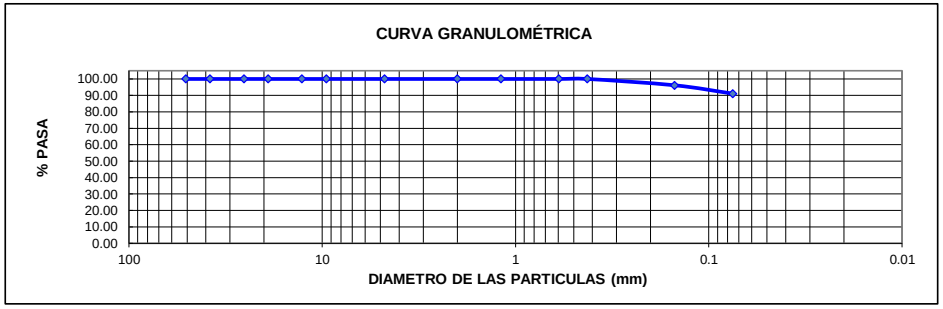
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OF5	16.00	20.26	19.67	16.08%
HH4	16.10	19.30	18.88	15.11%
DW3	16.04	19.68	19.17	16.29%
FJ9	15.95	19.20	18.77	15.25%
				16.00%

ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		26.58	**W ret Nº200+rec:**		46.39	
W rec + m:		248.63	**W ret Nº200:**		19.81	
W Seco Inicial (g)		222.05	**Suma W Retenidos**		19.81	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
N ° 100	0.15	8.56	8.56	3.85	3.85	96.15
N ° 200	0.08	11.25	11.25	5.07	8.92	91.08
Fondo	0.00	202.24	202.24	91.08	100.00	0.00
Total		222.05	222.05			





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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	33%
TAMIZ Nº200:	91.1%	**IP:**	17%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD			

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

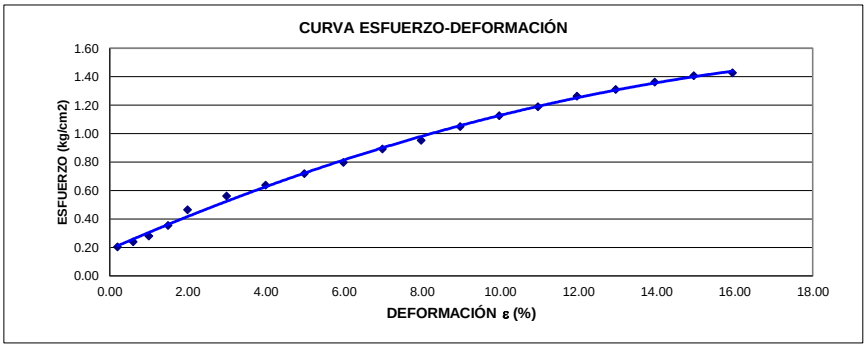
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE	**SONDEO Nº:**	2
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO CLARO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	6.00	cm	Área =	28.27	cm^2
Altura =	12.74	cm	Volumen =	360.22	cm^3
Peso =	667.30	gr.	Peso Unitario =	18.53	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	70.39	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	58	0.03	0.20	5.80	28.33	0.20
30	0.22	68	0.08	0.60	6.80	28.44	0.24
50	0.33	80	0.13	1.00	8.00	28.56	0.28
75	0.53	102	0.19	1.50	10.20	28.70	0.36
100	0.77	134	0.25	1.99	13.40	28.85	0.46
150	1.27	164	0.38	2.99	16.40	29.15	0.56
200	1.73	188	0.51	3.99	18.80	29.45	0.64
250	2.20	214	0.64	4.98	21.40	29.76	0.72
300	2.65	240	0.76	5.98	24.00	30.07	0.80
350	3.12	271	0.89	6.98	27.10	30.40	0.89
400	3.62	293	1.02	7.97	29.30	30.72	0.95
450	4.10	326	1.14	8.97	32.60	31.06	1.05
500	4.58	354	1.27	9.97	35.40	31.40	1.13
550	5.07	378	1.40	10.97	37.80	31.76	1.19
600	5.55	406	1.52	11.96	40.60	32.12	1.26
650	6.00	426	1.65	12.96	42.60	32.48	1.31
700	6.45	448	1.78	13.96	44.80	32.86	1.36
750	6.88	468	1.91	14.95	46.80	33.25	1.41
800	7.33	480	2.03	15.95	48.00	33.64	1.43
850	8.20	490	2.16	16.95	49.00	34.04	1.44
900	8.67	492	2.29	17.94	49.20	34.46	1.43
950	9.03	506	2.41	18.94	50.60	34.88	1.45



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

Consultorías Geotécnicas y Ambiente SAS	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

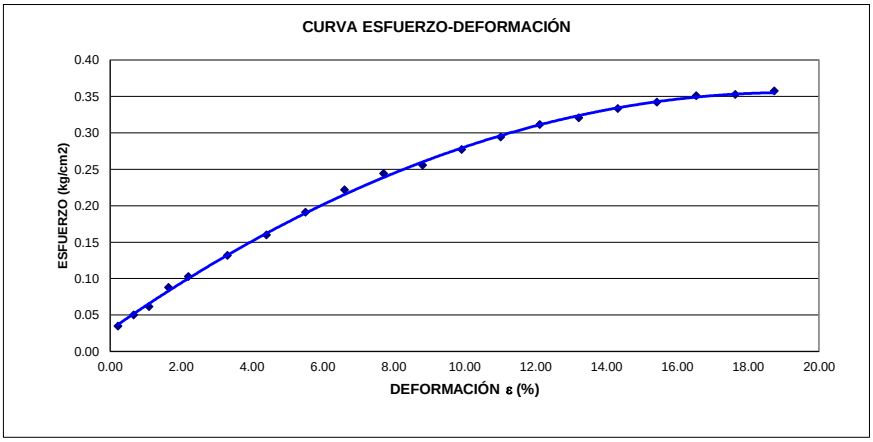
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE	**SONDEO Nº:**	2
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA ARENO LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD**
	PARDO CLARO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.72	cm	Área =	25.70	cm^2
Altura =	11.52	cm	Volumen =	296.03	cm^3
Peso =	549.11	gr.	Peso Unitario =	18.55	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	16.67	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	9	0.03	0.22	0.90	25.75	0.03
30	0.27	13	0.08	0.66	1.30	25.87	0.05
50	0.43	16	0.13	1.10	1.60	25.98	0.06
75	0.60	23	0.19	1.65	2.30	26.13	0.09
100	0.82	27	0.25	2.20	2.70	26.28	0.10
150	1.27	35	0.38	3.31	3.50	26.58	0.13
200	1.73	43	0.51	4.41	4.30	26.88	0.16
250	2.23	52	0.64	5.51	5.20	27.20	0.19
300	2.68	61	0.76	6.61	6.10	27.52	0.22
350	3.13	68	0.89	7.72	6.80	27.85	0.24
400	3.62	72	1.02	8.82	7.20	28.18	0.26
450	4.12	79	1.14	9.92	7.90	28.53	0.28
500	4.57	85	1.27	11.02	8.50	28.88	0.29
550	5.05	91	1.40	12.13	9.10	29.24	0.31
600	5.53	95	1.52	13.23	9.50	29.61	0.32
650	5.98	100	1.65	14.33	10.00	30.00	0.33
700	6.28	104	1.78	15.43	10.40	30.39	0.34
750	6.87	108	1.91	16.54	10.80	30.79	0.35
800	7.37	110	2.03	17.64	11.00	31.20	0.35
850	7.82	113	2.16	18.74	11.30	31.62	0.36
900	8.15	117	2.29	19.84	11.70	32.06	0.36
950	8.33	119	2.41	20.95	11.90	32.51	0.37
1000	8.85	121	2.54	22.05	12.10	32.97	0.37
1050	9.35	124	2.67	23.15	12.40	33.44	0.37
1100	9.48	125	2.79	24.25	12.50	33.92	0.37
1150	9.75	127	2.92	25.36	12.70	34.43	0.37
1200	9.87	130	3.05	26.46	13.00	34.94	0.37
1250	10.22	131	3.18	27.56	13.10	35.47	0.37
1300	10.40	132	3.30	28.66	13.20	36.02	0.37



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

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

PROYECTO: CONSTRUCCION DE UN PARQUE

LOCALIZACIÓN: CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA
CONTRATISTA: MUNICIPIO DE MONTERÍA
FECHA: JULIO DE 2024

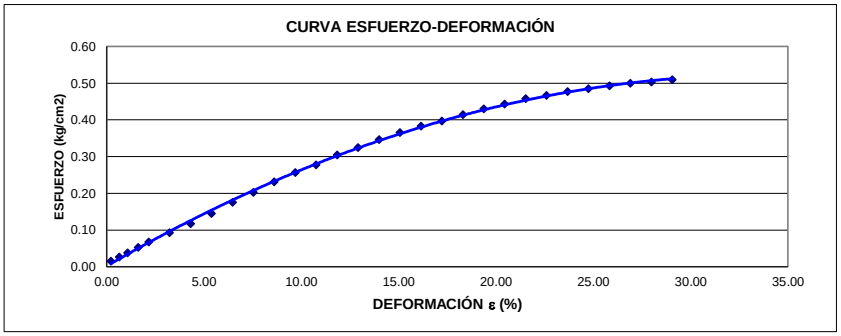
SONDEO Nº: 2
MUESTRA Nº: 3
PROFUNDIDAD: 3.50 - 4.00
CÓDIGO 0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA ARENO LIMOSA DE BAJA PLASTICIDAD**
	PARDO CLARO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.76	cm	Área =	26.06	cm^2
Altura =	11.80	cm	Volumen =	307.48	cm^3
Peso =	597.45	gr.	Peso Unitario =	19.43	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	17.33	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	4	0.03	0.22	0.40	26.11	0.02
30	0.27	7	0.08	0.65	0.70	26.23	0.03
50	0.42	10	0.13	1.08	1.00	26.34	0.04
75	0.65	14	0.19	1.61	1.40	26.49	0.05
100	0.85	18	0.25	2.15	1.80	26.63	0.07
150	1.28	25	0.38	3.23	2.50	26.93	0.09
200	1.68	32	0.51	4.31	3.20	27.23	0.12
250	2.13	40	0.64	5.38	4.00	27.54	0.15
300	2.60	49	0.76	6.46	4.90	27.86	0.18
350	3.07	57	0.89	7.53	5.70	28.18	0.20
400	3.53	66	1.02	8.61	6.60	28.51	0.23
450	4.02	74	1.14	9.69	7.40	28.85	0.26
500	4.47	81	1.27	10.76	8.10	29.20	0.28
550	4.95	90	1.40	11.84	9.00	29.56	0.30
600	5.43	97	1.52	12.92	9.70	29.92	0.32
650	5.90	105	1.65	13.99	10.50	30.30	0.35
700	6.33	112	1.78	15.07	11.20	30.68	0.37
750	6.78	119	1.91	16.14	11.90	31.07	0.38
800	7.25	125	2.03	17.22	12.50	31.48	0.40
850	7.75	132	2.16	18.30	13.20	31.89	0.41
900	8.23	139	2.29	19.37	13.90	32.32	0.43
950	8.70	145	2.41	20.45	14.50	32.76	0.44
1000	9.18	152	2.54	21.53	15.20	33.21	0.46
1050	9.63	157	2.67	22.60	15.70	33.67	0.47
1100	10.07	163	2.79	23.68	16.30	34.14	0.48
1150	10.50	168	2.92	24.75	16.80	34.63	0.49
1200	10.98	173	3.05	25.83	17.30	35.13	0.49
1250	11.45	178	3.18	26.91	17.80	35.65	0.50
1300	11.93	182	3.30	27.98	18.20	36.18	0.50
1350	12.43	187	3.43	29.06	18.70	36.73	0.51



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

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	1	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

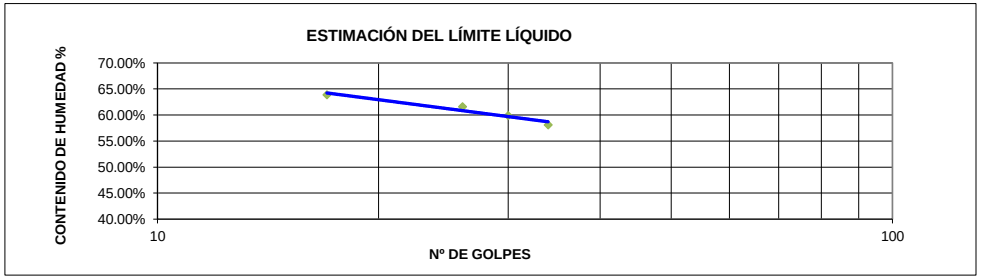
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OG5	4.63	22.04	17.82	31.99%
RN3	4.65	22.21	17.94	32.13%
WJ6	4.45	20.80	16.82	32.17%
OW2	4.58	21.68	17.53	32.10%
				32.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AN6	34	15.07	25.44	21.63	58.08%
TM2	30	15.05	24.66	21.06	59.90%
FV6	26	14.94	26.09	21.84	61.59%
IJ5	17	15.13	26.44	22.03	63.91%
					61.00%

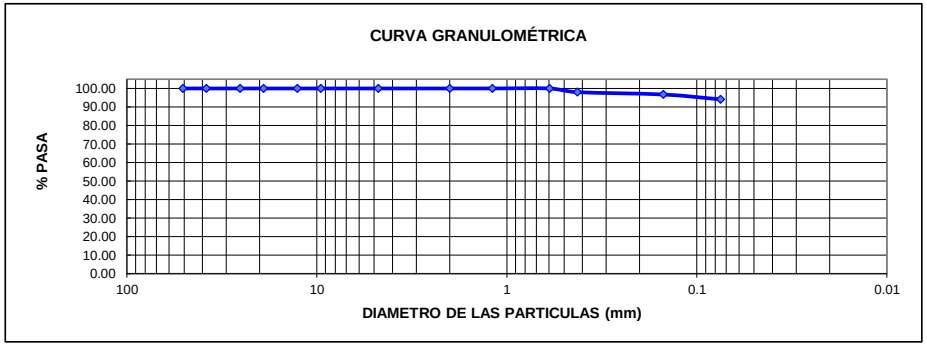
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
OR5	14.51	18.92	18.02	25.64%
TK6	14.67	18.45	17.71	24.34%
OQ4	14.66	19.37	18.41	25.60%
YE4	14.76	18.36	17.66	24.14%
				25.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		28.15	**W ret Nº200+rec:**		42.35	
W rec + m:		269.45	**W ret Nº200:**		14.20	
W Seco Inicial (g)		241.30	**Suma W Retenidos**		14.20	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	4.80	4.80	1.99	1.99	98.01
N ° 100	0.15	3.10	3.10	1.28	3.27	96.73
N ° 200	0.08	6.30	6.30	2.61	5.88	94.12
Fondo	0.00	227.10	227.10	94.12	100.00	0.00
Total		241.30	241.30			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	61%
TAMIZ Nº200:	94.1%	**IP:**	36%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	2	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

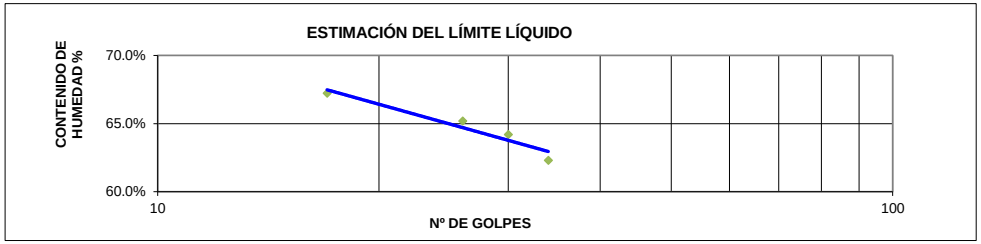
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AA6	4.23	15.65	13.11	28.60%
YB4	4.80	25.75	20.82	30.77%
EC7	4.45	20.40	16.70	30.20%
PT5	4.49	20.60	16.88	30.07%
				30.00%

LÌMITE LÌQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PW14	34	19.27	31.54	26.83	62.3%
PG5	30	19.25	30.76	26.26	64.2%
TJ24	26	19.14	32.19	27.04	65.2%
HW43	17	19.33	32.54	27.23	67.2%
					65.00%

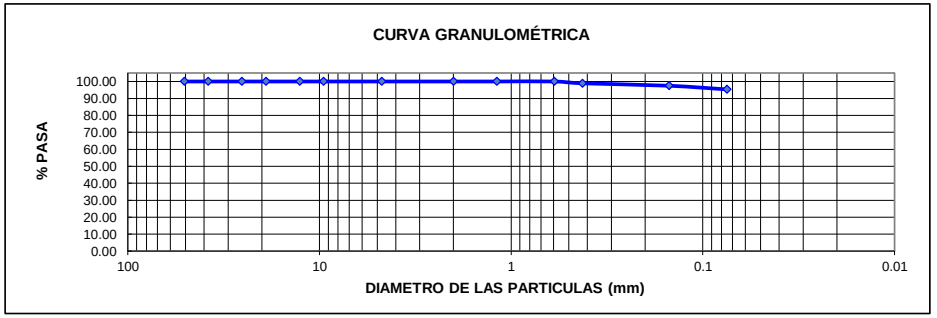
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AX5	18.75	23.74	22.77	24.13%
IU7	18.91	23.27	22.46	22.82%
QV5	18.90	24.19	23.16	24.18%
PO34	19.00	23.18	22.41	22.58%
				23.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		26.84	**W ret Nº200+rec:**		36.84	
W rec + m:		241.32	**W ret Nº200:**		10.00	
W Seco Inicial (g)		214.48	**Suma W Retenidos**		10.00	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº40	0.43	2.30	2.30	1.07	1.07	98.93
N ° 100	0.15	3.10	3.10	1.45	2.52	97.48
N ° 200	0.08	4.60	4.60	2.14	4.66	95.34
Fondo	0.00	204.48	204.48	95.34	100.00	0.00
Total		214.48	214.48			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	65%
TAMIZ Nº200:	95.3%	**IP:**	42%
Clasificación Sistema Unificado :			**CH**
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	3	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

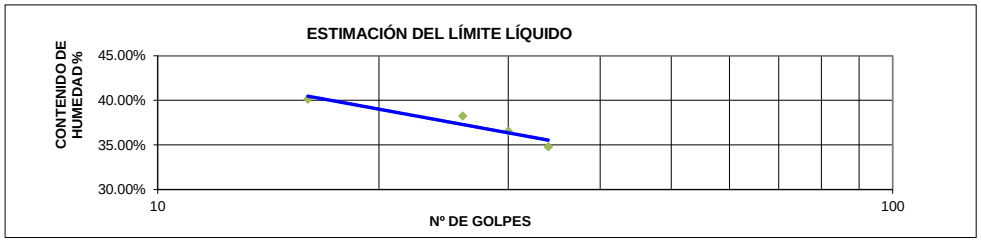
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
TB14	4.24	24.62	20.31	26.82%
AT56	4.78	25.04	20.78	26.63%
QQ1	4.48	21.00	18.00	22.19%
PK5	4.50	23.55	19.70	25.38%
				25.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
AT5	34	15.18	26.30	23.43	34.79%
YH2	30	15.24	25.85	23.01	36.55%
IIU2	26	15.18	25.27	22.48	38.22%
PQ6	16	15.13	27.25	23.78	40.12%
					37.00%

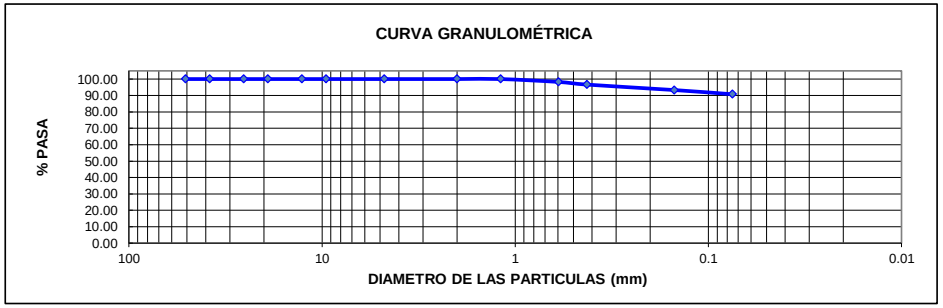
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
PW7	14.06	18.76	17.95	20.82%
UU12	14.16	17.80	17.16	21.33%
WF16	14.10	18.18	17.45	21.79%
PK43	14.01	17.70	17.05	21.38%
				21.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		40.10	**W ret Nº200+rec:**		53.25	
W rec + m:		182.10	**W ret Nº200:**		13.15	
W Seco Inicial (g)		142.00	**Suma W Retenidos**		13.15	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	2.50	2.50	1.76	1.76	98.24
Nº40	0.43	2.30	2.30	1.62	3.38	96.62
N ° 100	0.15	4.70	4.70	3.31	6.69	93.31
N ° 200	0.08	3.65	3.65	2.57	9.26	90.74
Fondo	0.00	128.85	128.85	90.74	100.00	0.00
Total		142.00	142.00			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	37%
TAMIZ Nº200:	90.7%	**IP:**	16%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD			

HUMEDAD, LIMÍTES Y GRANULOMETRÍA

PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº**	3	**V1**
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº**	4	
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	5.50 - 6.00	
FECHA	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065	

HUMEDAD NATURAL

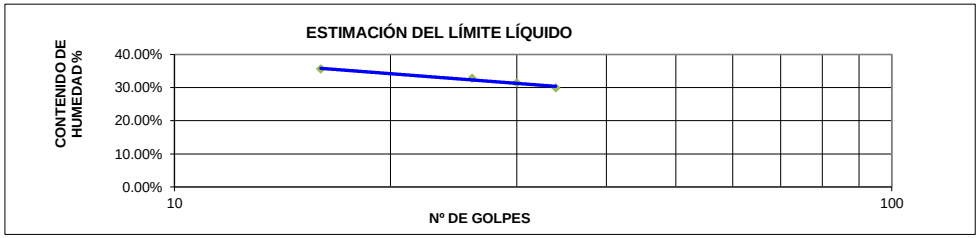
Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
NL8	4.24	20.20	16.83	26.77%
PI4	4.78	18.65	15.76	26.32%
EN2	4.28	25.20	20.93	25.65%
WJ7	4.43	21.35	17.84	26.18%
				26.00%

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nº	Nº de golpes	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
FG4	34	17.58	28.04	25.63	29.94%
ST3	30	17.64	27.59	25.21	31.44%
GS3	26	17.58	27.01	24.68	32.82%
STH3	16	17.53	28.99	25.98	35.62%
					32.00%

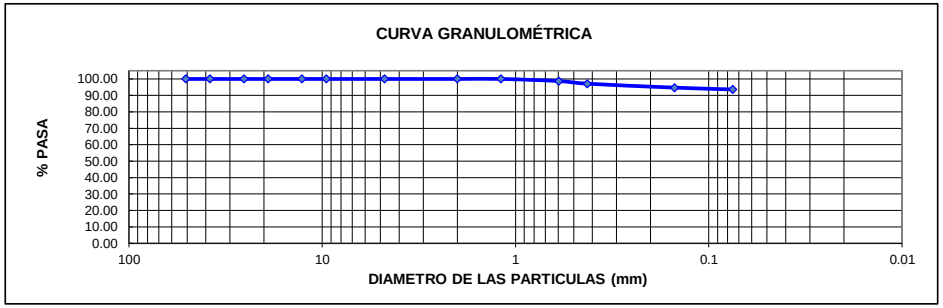
LÍMITE PLASTICO

Recipiente Nº	Masa Recipiente (g)	Masa húmeda + Recipiente (g)	Masa seca + Recipiente (g)	Humedad (%)
RTG4	16.30	20.86	20.19	17.22%
FGA3	16.40	19.90	19.40	16.67%
SRT3	16.34	20.28	19.69	17.61%
SA24	16.25	19.80	19.29	16.78%
				17.00%



ANÁLISIS GRANULOMETRICO

W rec:		28.45	**W ret Nº200+rec:**		42.84	
W rec + m:		254.12	**W ret Nº200:**		14.39	
W Seco Inicial (g)		225.67	**Suma W Retenidos**		14.39	
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	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
(3/8)"	9.52	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº10	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº16	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº30	0.60	2.90	2.90	1.29	1.29	98.71
Nº40	0.43	3.60	3.60	1.60	2.88	97.12
N ° 100	0.15	5.40	5.40	2.39	5.27	94.73
N ° 200	0.08	2.49	2.49	1.10	6.38	93.62
Fondo	0.00	211.28	211.28	93.62	100.00	0.00
Total		225.67	225.67			



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

OBSERVACIONES:

TAMIZ Nº4:	100.0%	**LL:**	32%
TAMIZ Nº200:	93.6%	**IP:**	15%
Clasificación Sistema Unificado :			**CL**
ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD			

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

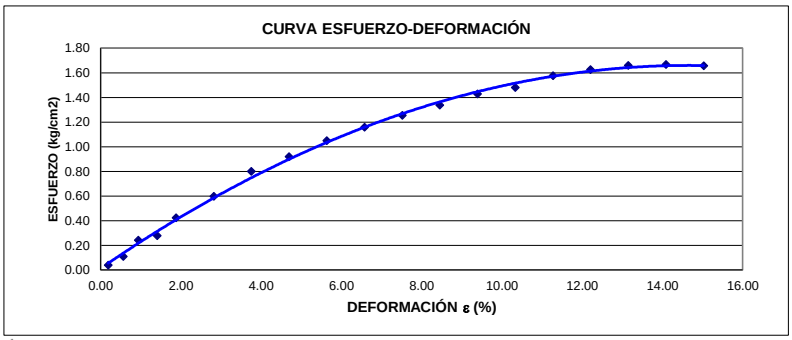
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	1
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	0.50 - 1.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.50	cm	Área =	23.76	cm^2
Altura =	13.52	cm	Volumen =	321.21	cm^3
Peso =	605.12	gr.	Peso Unitario =	18.84	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	83.35	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	9	0.03	0.19	0.90	23.80	0.04
30	0.23	26	0.08	0.56	2.60	23.89	0.11
50	0.35	58	0.13	0.94	5.80	23.98	0.24
75	0.55	67	0.19	1.41	6.70	24.10	0.28
100	0.78	102	0.25	1.88	10.20	24.21	0.42
150	1.28	146	0.38	2.82	14.60	24.45	0.60
200	1.75	197	0.51	3.76	19.70	24.69	0.80
250	2.22	229	0.64	4.70	22.90	24.93	0.92
300	2.67	264	0.76	5.64	26.40	25.18	1.05
350	3.13	294	0.89	6.58	29.40	25.43	1.16
400	3.60	322	1.02	7.51	32.20	25.69	1.25
450	4.08	347	1.14	8.45	34.70	25.95	1.34
500	4.57	374	1.27	9.39	37.40	26.22	1.43
550	5.05	392	1.40	10.33	39.20	26.50	1.48
600	5.53	422	1.52	11.27	42.20	26.78	1.58
650	5.98	440	1.65	12.21	44.00	27.06	1.63
700	6.43	454	1.78	13.15	45.40	27.36	1.66
750	6.87	461	1.91	14.09	46.10	27.65	1.67
800	7.35	463	2.03	15.03	46.30	27.96	1.66



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

Consultorías Geotécnica y Ambiental SAS	**PESO UNITARIO Y COMPRESIÒN SIMPLE**	**V1**

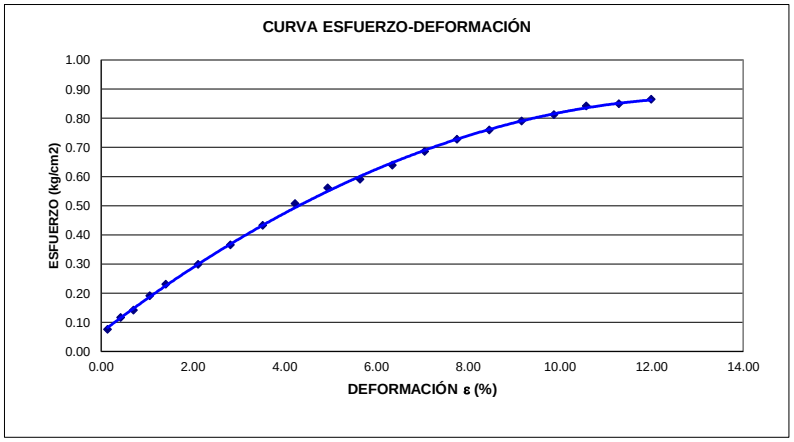
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	2
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	1.50 - 2.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD**
	PARDO

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.00	cm	Área =	19.63	cm^2
Altura =	18.00	cm	Volumen =	353.43	cm^3
Peso =	648.61	gr.	Peso Unitario =	18.35	KN/m^3
Tipo de Falla =	CÓNICA		Cohesión =	45.77	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	0.13	15	0.03	0.14	1.50	19.66	0.08
30	0.28	23	0.08	0.42	2.30	19.72	0.12
50	0.45	28	0.13	0.71	2.80	19.77	0.14
75	0.62	38	0.19	1.06	3.80	19.84	0.19
100	0.83	46	0.25	1.41	4.60	19.92	0.23
150	1.28	60	0.38	2.12	6.00	20.06	0.30
200	1.75	74	0.51	2.82	7.40	20.21	0.37
250	2.25	88	0.64	3.53	8.80	20.35	0.43
300	2.70	104	0.76	4.23	10.40	20.50	0.51
350	3.15	116	0.89	4.94	11.60	20.66	0.56
400	3.63	123	1.02	5.64	12.30	20.81	0.59
450	4.13	134	1.14	6.35	13.40	20.97	0.64
500	4.57	145	1.27	7.06	14.50	21.13	0.69
550	5.05	155	1.40	7.76	15.50	21.29	0.73
600	5.53	163	1.52	8.47	16.30	21.45	0.76
650	5.98	171	1.65	9.17	17.10	21.62	0.79
700	6.28	177	1.78	9.88	17.70	21.79	0.81
750	6.87	185	1.91	10.58	18.50	21.96	0.84
800	7.37	188	2.03	11.29	18.80	22.13	0.85
850	7.87	193	2.16	11.99	19.30	22.31	0.87
900	8.20	199	2.29	12.70	19.90	22.49	0.88
950	8.38	203	2.41	13.41	20.30	22.67	0.90
1000	8.90	207	2.54	14.11	20.70	22.86	0.91
1050	9.40	211	2.67	14.82	21.10	23.05	0.92
1100	9.53	214	2.79	15.52	21.40	23.24	0.92
1150	9.80	218	2.92	16.23	21.80	23.44	0.93
1200	9.92	221	3.05	16.93	22.10	23.64	0.93
1250	10.27	224	3.18	17.64	22.40	23.84	0.94
1300	10.45	225	3.30	18.34	22.50	24.05	0.94



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

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

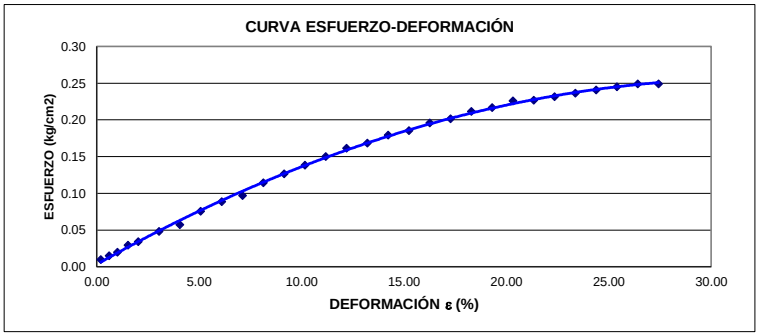
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE UN PARQUE UBICADO EN LA CALLE 44 ENTRE CARRERA 2DA Y CARRERA 4TA EN EL BARRIO SECTOR INDUSTRIAL EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA	**SONDEO Nº:**	3
LOCALIZACIÓN:	CALLE 44, MONTERÍA - CÓRDOBA	**MUESTRA Nº:**	3
CONTRATISTA:	MUNICIPIO DE MONTERÍA	**PROFUNDIDAD:**	3.50 - 4.00
FECHA:	JULIO DE 2024	**CÓDIGO**	0724065

DESCRIPCIÓN:	**ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD**
	PARDO CLARO Y GRIS

MEDIDAS DE LA MUESTRA

Diametro =	5.06	cm	Área =	20.11	cm^2
Altura =	12.50	cm	Volumen =	251.36	cm^3
Peso =	484.60	gr.	Peso Unitario =	19.28	KN/m^3
Tipo de Falla =	ABOMBAMIENTO		Cohesión =	8.96	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	0.13	2	0.03	0.20	0.20	20.15	0.01
30	0.28	3	0.08	0.61	0.30	20.23	0.01
50	0.43	4	0.13	1.02	0.40	20.32	0.02
75	0.67	6	0.19	1.52	0.60	20.42	0.03
100	0.87	7	0.25	2.03	0.70	20.53	0.03
150	1.30	10	0.38	3.05	1.00	20.74	0.05
200	1.70	12	0.51	4.06	1.20	20.96	0.06
250	2.15	16	0.64	5.08	1.60	21.19	0.08
300	2.62	19	0.76	6.10	1.90	21.41	0.09
350	3.08	21	0.89	7.11	2.10	21.65	0.10
400	3.55	25	1.02	8.13	2.50	21.89	0.11
450	4.03	28	1.14	9.14	2.80	22.13	0.13
500	4.48	31	1.27	10.16	3.10	22.38	0.14
550	4.97	34	1.40	11.18	3.40	22.64	0.15
600	5.45	37	1.52	12.19	3.70	22.90	0.16
650	5.92	39	1.65	13.21	3.90	23.17	0.17
700	6.33	42	1.78	14.22	4.20	23.44	0.18
750	6.78	44	1.91	15.24	4.40	23.72	0.19
800	7.25	47	2.03	16.26	4.70	24.01	0.20
850	7.75	49	2.16	17.27	4.90	24.31	0.20
900	8.23	52	2.29	18.29	5.20	24.61	0.21
950	8.70	54	2.41	19.30	5.40	24.92	0.22
1000	9.20	57	2.54	20.32	5.70	25.24	0.23
1050	9.65	58	2.67	21.34	5.80	25.56	0.23
1100	10.08	60	2.79	22.35	6.00	25.90	0.23
1150	10.50	62	2.92	23.37	6.20	26.24	0.24
1200	10.98	64	3.05	24.38	6.40	26.59	0.24
1250	11.47	66	3.18	25.40	6.60	26.96	0.24
1300	11.95	68	3.30	26.42	6.80	27.33	0.25
1350	12.45	69	3.43	27.43	6.90	27.71	0.25



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

ANEXO 3.
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN
(EN CD)

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-31159-003 R0

Equipo *Instrument*	HERRAMIENTA DE PRESIÓN (FUERZA)
Fabricante *Manufacturer*	NO PRESENTA
Modelo *Model*	No Presenta
Número de Serie *Serial Number*	0150
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	4,5 kgf/cm^2
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 – 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 05 – 29
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 06 – 04

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. Sergio Iván Martínez
Director 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	0,1 kgf	**Número de Serie**	N76720
Resolución	0,05 kgf	**Certificado de Calibración**	6923 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 8 % al 75 % 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**						
	L_1	**L_2**	**L_3**	**L_4**	**L_5**	**Promedio**	**Desviación**
Díametro (mm)	6,37	6,33	6,34	6,35	6,35	6,346	0,01
Área (m²)	3,18E-05	3,14E-05	3,16E-05	3,17E-05	3,17E-05	3,163E-05	1,47E-07

Tabla 2.
Datos de calibración en kgf

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.	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**%**
1	**0,500 0**	4,722 0	4,577 5	4,850 4	4,716 6	-4,22	0,24
2	**1,000 0**	9,811 4	9,723 1	9,683 0	9,739 2	-8,74	0,16
3	**1,500 0**	13,520 1	13,472 0	13,833 2	13,608 4	-12,11	0,35
4	**2,000 0**	20,359 5	19,829 7	19,893 9	20,027 7	-18,03	0,52
5	**2,500 0**	24,710 4	24,582 0	24,694 3	24,662 2	-22,16	0,16
6	**3,000 0**	31,694 2	31,325 0	31,565 8	31,528 3	-28,53	0,34
7	**3,500 0**	34,632 2	34,423 5	34,760 7	34,605 5	-31,11	0,30
8	**4,000 0**	41,784 5	41,343 0	41,856 8	41,661 5	-37,66	0,50
9	**4,500 0**	48,928 8	48,768 3	48,952 9	48,883 3	-44,38	0,19

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:	20,6 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	21,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	57 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	55 % 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 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, FALSO 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-31159-003

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 Masa y Balanzas

M-31071-005 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*	C0008040229
Identificación Interna *Internal Identification*	No presenta
Carga Máxima *Maximum load*	2200 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12.
Ciudad *City*	Montería - Córdoba.
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 16
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01

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

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	C0008040229
Identificación Interna	No presenta
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 2200 g
Documento de Referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

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% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
20,000 0	20,00	20,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
99,999 9	100,00	100,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01
199,999 9	200,00	200,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01
500,000 4	500,00	500,00	- 0,000 4	- 0,000 4	0,008 2	2,01
1 000,000 5	1 000,00	1 000,00	- 0,000 5	- 0,000 5	0,008 4	2,01
1 500,000 9	1 500,00	1 500,00	- 0,000 9	- 0,000 9	0,008 9	2,01
2 000,005	2 000,00	2 000,00	- 0,005	- 0,005	0,012	2,00
2 200,004	2 200,00	2 200,00	- 0,004	- 0,004	0,013	2,00

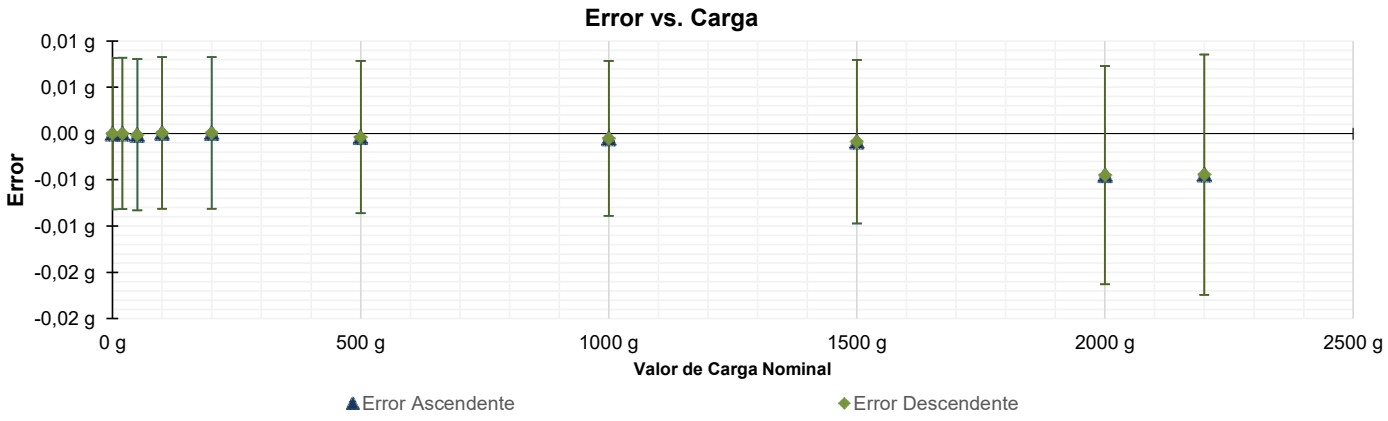


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[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 lugar 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	750 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	750,00	-------
2	750,00	0,00
3	750,00	0,00
4	750,00	0,00
5	750,00	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,00**

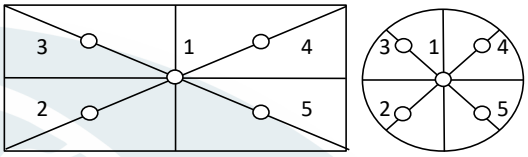


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

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	1100,00	2200,00
5	1100,00	2200,00
6	1100,00	2200,00
7	1100,00	2200,00
8	1100,00	2200,00
9	1100,00	2200,00
10	1100,00	2200,00
Desviación Estándar	**0,000 0 g**	**0,000 0 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de Ensayos., CONSULTORÍAS GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba.. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	22,3 °C	**Temperatura Mínima:**	21,9 °C
Humedad Máxima:	55 % HR	**Humedad Mínima:**	53 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1010,2 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1009,9 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

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.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\qquad E_{aprox} =$ *-1,64 E-06 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *1,67 E-05* + *9,90 E-12* 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) reportados(s) 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 posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-30123-002 PINZUAR CAP-1084-23 WR Laboratorios	2023-10-02
Láminas clase F1	Pinzuar	CAP-164-23 WR Laboratorios	2023-02-21

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-31071-005**

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

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

NA-31159-004 R0

Equipo *Instrument*	HERRAMIENTA DE PRESIÓN (FUERZA)
Fabricante *Manufacturer*	NO PRESENTA
Modelo *Model*	No Presenta
Número de Serie *Serial Number*	0064
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	4,5 kgf/cm^2
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTECNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 – 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 05 – 29
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 06 – 04

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. Sergio Iván Martínez
Director 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	0,1 kgf	**Número de Serie**	N76720
Resolución	0,05 kgf	**Certificado de Calibración**	6923 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 8 % al 75 % 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**						
	L_1	**L_2**	**L_3**	**L_4**	**L_5**	**Promedio**	**Desviación**
Díametro (mm)	6,36	6,32	6,33	6,34	6,34	6,338	0,01
Área (m²)	3,18E-05	3,14E-05	3,14E-05	3,16E-05	3,16E-05	3,155E-05	1,48E-07

Tabla 2.
Datos de calibración en kgf

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.	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**kgf/cm²**	**%**
1	**0,500 0**	3,961 8	3,784 7	3,841 0	3,862 5	-3,36	0,18
2	**1,000 0**	9,032 5	8,943 9	8,943 9	8,973 5	-7,97	0,15
3	**1,500 0**	13,306 3	12,702 7	12,799 3	12,936 1	-11,44	0,66
4	**2,000 0**	19,697 0	19,777 5	19,801 6	19,758 7	-17,76	0,15
5	**2,500 0**	24,397 4	24,276 6	24,300 8	24,324 9	-21,82	0,16
6	**3,000 0**	30,707 5	30,602 8	30,651 1	30,653 8	-27,65	0,15
7	**3,500 0**	33,878 6	33,709 6	33,838 3	33,808 8	-30,31	0,18
8	**4,000 0**	40,969 3	41,452 2	41,025 7	41,149 1	-37,15	0,48
9	**4,500 0**	48,736 1	48,092 2	48,196 8	48,341 7	-43,84	0,70

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:	20,7 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	20,9 °C
Humedad Relativa Máxima:	57 % HR	**Humedad Relativa Mínima:**	57 % 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 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, FALSO 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-31159-004

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 Fuerza

F-31071-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	PINZUAR (2022)
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*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 15
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

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. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
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

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,1 N
Apreciación	0,1 N
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	20 N
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	N	N	N	N	N	%	%
20,0	**500,0**	559,665	561,014	561,039	560,572 8	-10,81	0,219
100,0	**2 500,0**	2 778,64	2 772,40	2 775,29	2 775,445	-9,92	0,203

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	N	N	N	----	N	----	N
20,0	**500,0**	499,958	502,556	----	502,556	----	501,690 2
30,0	**750,0**	751,852	752,601	----	752,601	----	752,351 6
40,0	**1000,0**	1 000,47	1 001,67	----	1 001,67	----	1 001,273
50,0	**1 250,0**	1 249,00	1 249,57	----	1 249,57	----	1 249,380
60,0	**1 500,0**	1 493,82	1 498,67	----	1 498,67	----	1 497,055
70,0	**1 750,0**	1 741,43	1 750,89	----	1 750,89	----	1 747,737
80,0	**2 000,0**	1 996,50	2 000,97	----	2 000,97	----	1 999,479
90,0	**2 250,0**	2 250,70	2 253,30	----	2 253,30	----	2 252,430
100,0	**2 500,0**	2 502,33	2 498,26	----	2 498,26	----	2 499,613

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,006	0,002	----	0,002	----

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	N	%	%	%	%	N	%	-----
20,0	**500,0**	-0,34	0,517	-----	0,020	1,7	0,35	2,01
30,0	**750,0**	-0,31	0,099	-----	0,013	0,92	0,12	2,17
40,0	**1000,0**	-0,13	0,120	-----	0,010	1,3	0,13	2,52
50,0	**1 250,0**	0,050	0,046	-----	0,008	1,1	0,089	2,08
60,0	**1 500,0**	0,20	0,325	-----	0,007	3,3	0,22	2,01
70,0	**1 750,0**	0,13	0,543	-----	0,006	6,4	0,37	2,01
80,0	**2 000,0**	0,03	0,224	-----	0,005	3,1	0,16	2,01
90,0	**2 250,0**	-0,108	0,115	-----	0,004	2,1	0,092	2,01
100,0	**2 500,0**	0,02	0,163	-----	0,004	3,0	0,12	2,01

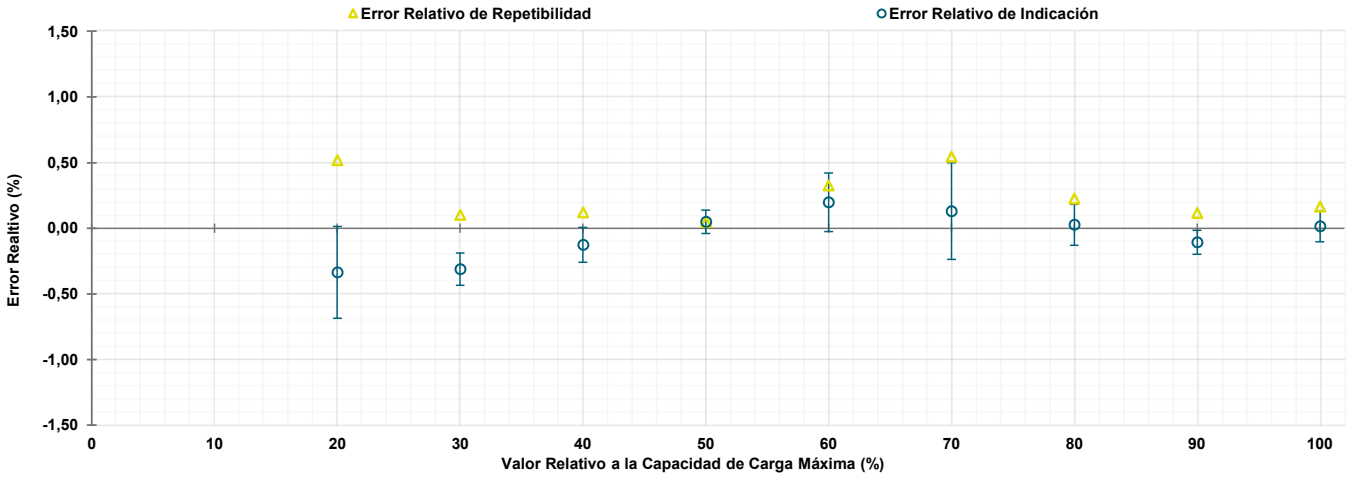


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (N) es la fuerza calculada y X (N) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
5,862 581 E00	9,929 300 E-01	9,222 204 E-07	4,562 767 E-10

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos. de la empresa CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba.. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,7 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	27,7 °C
Humedad Relativa Máxima:	58 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	55 % hr

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 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.

El factor de cobertura, k, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 5 kN	TCETM	930097	0.5	5946 del INM de Colombia	2024-06

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31071-002**

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-31071-007 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	PINZUAR (2016)
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*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 14
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
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. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
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

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,1 kN
Apreciación	0,1 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	20 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**200,0**	198,650	198,444	198,700	198,597 6	0,71	0,130
100,0	**1000,0**	990,144	990,654	989,434	990,077 0	1,00	0,124

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**200,0**	201,001	200,539	----	200,659	----	200,733 0
30,0	**300,0**	301,152	300,479	----	300,690	----	300,773 9
40,0	**400,0**	400,670	400,570	----	400,710	----	400,650 2
50,0	**500,0**	500,668	500,518	----	500,783	----	500,656 4
60,0	**600,0**	600,923	601,023	----	601,098	----	601,014 5
70,0	**700,0**	700,180	700,385	----	700,230	----	700,265 1
80,0	**800,0**	800,572	800,522	----	800,627	----	800,574 1
90,0	**900,0**	900,251	899,690	----	900,121	----	900,020 6
100,0	**1000,0**	999,599	999,894	----	999,804	----	999,766 1

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,010	0,020	----	0,020	----

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**200,0**	-0,37	0,229	-----	0,050	0,46	0,23	2,52
30,0	**300,0**	-0,26	0,223	-----	0,033	0,69	0,23	2,87
40,0	**400,0**	-0,16	0,035	-----	0,025	0,44	0,11	2,01
50,0	**500,0**	-0,13	0,053	-----	0,020	0,55	0,11	2,02
60,0	**600,0**	-0,17	0,029	-----	0,017	0,66	0,11	2,01
70,0	**700,0**	-0,04	0,029	-----	0,014	0,77	0,11	2,01
80,0	**800,0**	-0,07	0,013	-----	0,013	0,88	0,11	2,01
90,0	**900,0**	0,00	0,062	-----	0,011	0,99	0,11	2,05
100,0	**1000,0**	0,02	0,030	-----	0,010	1,1	0,11	2,01

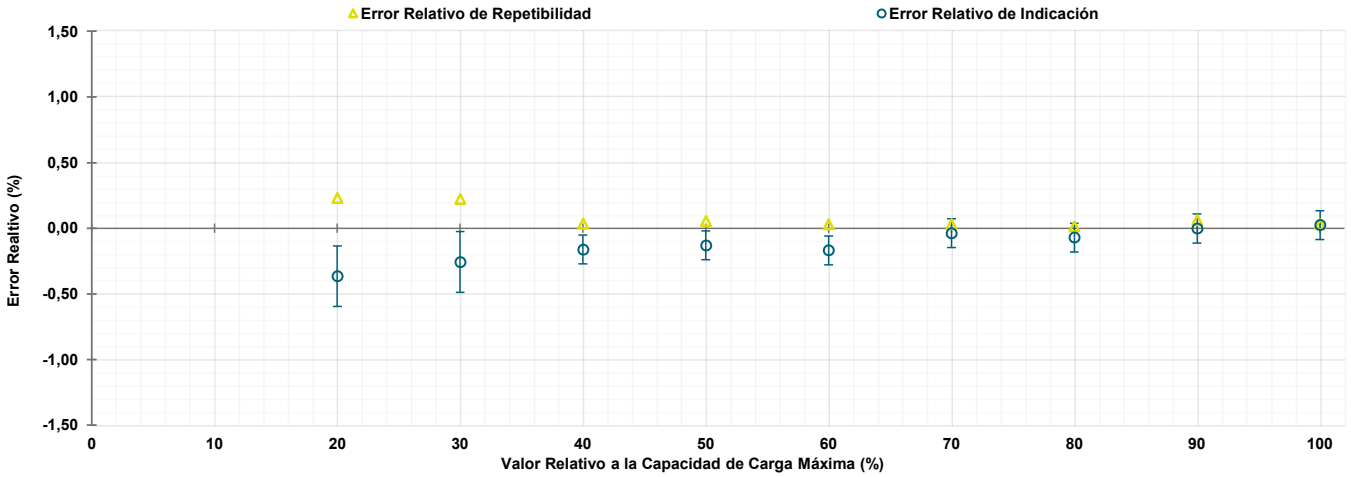


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
7,884 126 E-01	9,992 543 E-01	2,847 657 E-06	-3,158 048 E-09

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,3 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,3 °C
Humedad Relativa Máxima:	57 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	55 % hr

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

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura 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.

El factor de cobertura, k, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 1000 kN	C8S	930040	0.5	6753 del INM de Colombia	2025-06

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31071-007**

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-31071-008 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	PINZUAR (2016)
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*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 14
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
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. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
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

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,1 kN
Apreciación	0,1 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	20 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**40,0**	39,757 1	39,767 2	39,661 0	39,728 45	0,68	0,269
98,0	**196,0**	199,870	199,966	199,639	199,824 7	-1,91	0,160

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**40,0**	39,828 0	39,853 3	----	39,868 4	----	39,849 88
30,0	**60,0**	60,087 7	59,946 2	----	60,072 5	----	60,035 47
40,0	**80,0**	79,755 3	79,967 2	----	79,886 5	----	79,869 65
50,0	**100,0**	99,846 1	99,861 2	----	99,810 8	----	99,839 34
60,0	**120,0**	120,354	120,173	----	120,238	----	120,254 7
70,0	**140,0**	140,378	140,297	----	140,252	----	140,308 9
80,0	**160,0**	160,598	160,528	----	160,497	----	160,541 0
90,0	**180,0**	179,864	179,919	----	179,849	----	179,877 3
100,0	**200,0**	199,981	199,694	----	199,870	----	199,848 2

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,100	0,050	----	0,100	----

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**40,0**	0,38	0,102	-----	0,250	0,16	0,39	2,00
30,0	**60,0**	-0,06	0,236	-----	0,167	0,18	0,30	2,10
40,0	**80,0**	0,16	0,266	-----	0,125	0,22	0,28	2,21
50,0	**100,0**	0,16	0,051	-----	0,100	0,28	0,28	2,00
60,0	**120,0**	-0,21	0,150	-----	0,083	0,34	0,28	2,10
70,0	**140,0**	-0,22	0,089	-----	0,071	0,39	0,28	2,03
80,0	**160,0**	-0,34	0,062	-----	0,063	0,45	0,28	2,01
90,0	**180,0**	0,07	0,039	-----	0,056	0,50	0,28	2,01
100,0	**200,0**	0,08	0,144	-----	0,050	0,56	0,28	2,25

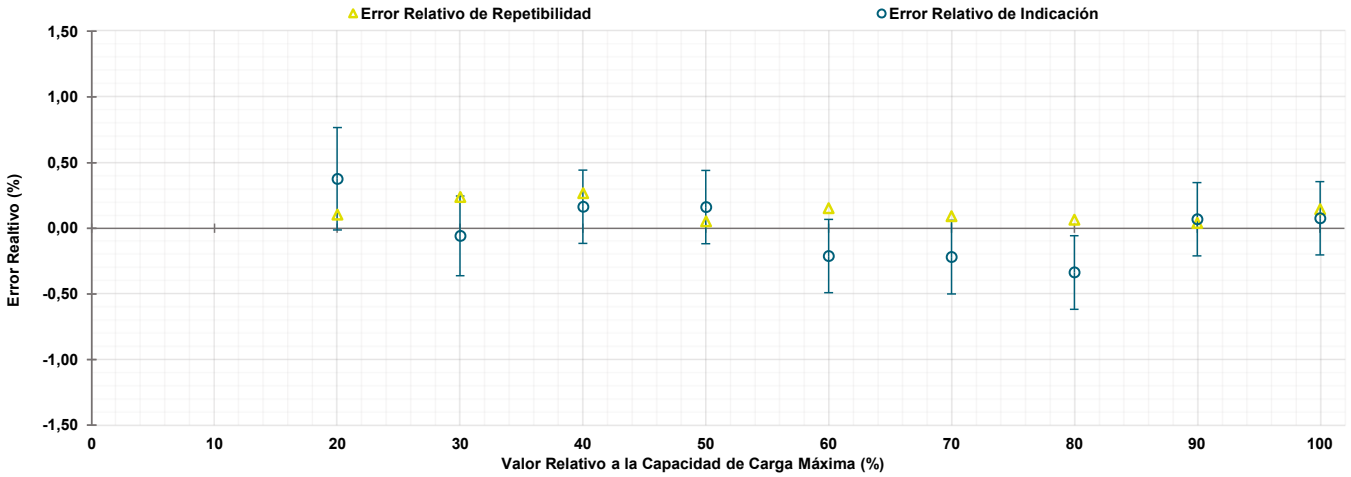


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
7,310 138 E-01	9,660 147 E-01	3,955 959 E-04	-1,248 928 E-06

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos. de la empresa CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba.. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	21,6 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	20,5 °C
Humedad Relativa Máxima:	56 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	54 % hr

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 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.

El factor de cobertura, k, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 200 kN	C8S	930040	0.5	6754 del INM de Colombia	2025-06

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31071-008**

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 Fuerza

F-31071-009 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	PINZUAR (2006)
Modelo *Model*	PA-9
Número de Serie *Serial Number*	268 // C8049251
Identificación Interna *Internal Identification*	LM-017
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	50 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 14
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

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. Sergio Iván Martínez
Director 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

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,01 kN
Apreciación	0,01 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	2 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Tabla 1.
Indicaciones registradas durante las precargas.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,\,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**10,00**	10,005 3	10,035 0	10,035 0	10,025 07	-0,25	0,295
99,8	**49,90**	49,957 1	49,965 3	49,953 6	49,958 68	-0,12	0,023

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,\,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**10,00**	10,046 4	10,043 7	----	10,043 7	----	10,044 57
30,0	**15,00**	15,073 7	15,061 5	----	15,061 5	----	15,065 57
40,0	**20,00**	20,111 2	20,090 0	----	20,090 0	----	20,097 05
50,0	**25,00**	25,119 4	25,124 1	----	25,124 1	----	25,122 52
60,0	**30,00**	30,137 7	30,144 8	----	30,144 8	----	30,142 42
70,0	**35,00**	35,169 3	35,165 5	----	35,165 5	----	35,166 79
80,0	**40,00**	40,189 9	40,198 3	----	40,198 3	----	40,195 53
90,0	**45,00**	45,223 2	45,210 7	----	45,210 7	----	45,214 89
99,4	**49,70**	49,968 6	49,953 1	----	49,960 9	----	49,960 85

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,020	0,020	----	0,020	----

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**10,00**	-0,44	0,027	-----	0,100	0,014	0,14	2,00
30,0	**15,00**	-0,44	0,081	-----	0,067	0,021	0,14	2,03
40,0	**20,00**	-0,48	0,105	-----	0,050	0,026	0,13	2,18
50,0	**25,00**	-0,488	0,018	-----	0,040	0,024	0,095	2,00
60,0	**30,00**	-0,47	0,023	-----	0,033	0,049	0,16	2,01
70,0	**35,00**	-0,474	0,011	-----	0,029	0,032	0,092	2,01
80,0	**40,00**	-0,486	0,021	-----	0,025	0,039	0,097	2,01
90,0	**45,00**	-0,475	0,028	-----	0,022	0,035	0,078	2,01
99,4	**49,70**	-0,522	0,031	-----	0,020	0,040	0,081	2,01

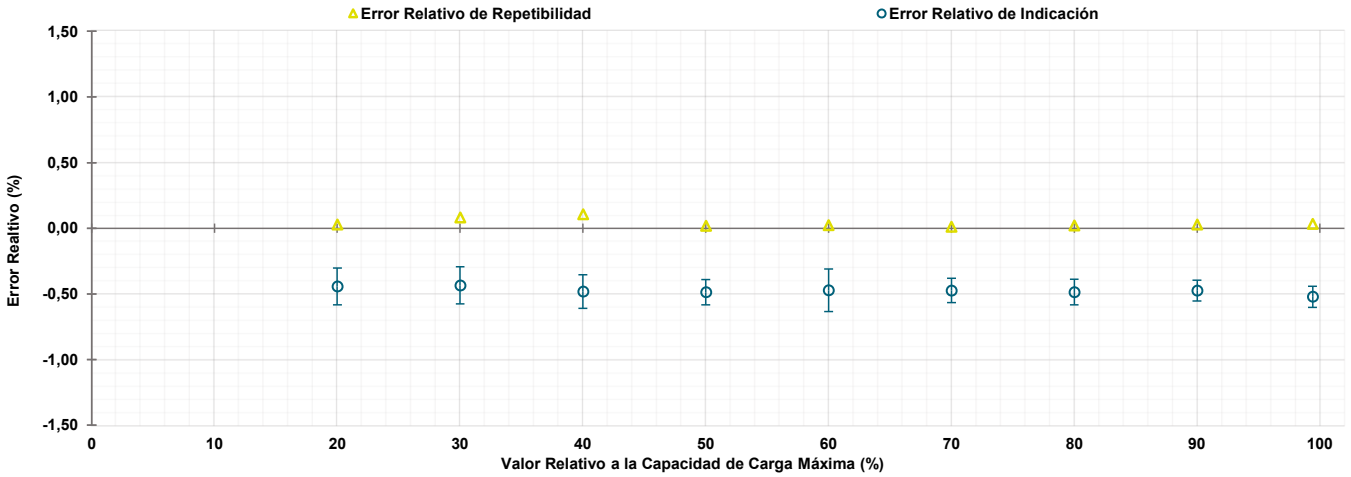


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-3,605 291 E-02	1,009 351 E00	-1,801 920 E-04	2,228 064 E-06

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,9 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	58 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	56 % hr

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 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.

El factor de cobertura, k, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 50 kN	ZZB	6075	0.5	7123 del INM de Colombia	2025-10

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31071-009**

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-31071-011 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	PINZUAR (2019)
Modelo *Model*	PC-180
Número de Serie *Serial Number*	233
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-003
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	1000 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 14
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
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. Sergio Iván Martínez
Director 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

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

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,1 kN
Apreciación	0,1 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	20 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**200,0**	204,322	203,950	204,116	204,129 5	-2,02	0,178
100,0	**1000,0**	999,429	999,829	999,974	999,744 4	0,03	0,055

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**200,0**	199,926	200,031	----	200,001	----	199,986 0
30,0	**300,0**	301,253	300,846	----	300,991	----	301,030 0
40,0	**400,0**	400,981	401,182	----	401,137	----	401,100 1
50,0	**500,0**	500,212	500,518	----	500,352	----	500,360 5
60,0	**600,0**	602,556	602,401	----	602,581	----	602,512 8
70,0	**700,0**	700,385	700,586	----	700,510	----	700,493 8
80,0	**800,0**	800,217	800,878	----	800,547	----	800,547 4
90,0	**900,0**	899,986	900,296	----	900,371	----	900,217 3
100,0	**1000,0**	994,379	997,234	----	995,964	----	995,859 2

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,010	0,020	----	0,020	----

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**200,0**	0,01	0,053	-----	0,050	0,56	0,28	2,01
30,0	**300,0**	-0,34	0,135	-----	0,033	0,41	0,14	2,25
40,0	**400,0**	-0,27	0,050	-----	0,025	0,44	0,11	2,02
50,0	**500,0**	-0,07	0,061	-----	0,020	0,55	0,11	2,04
60,0	**600,0**	-0,42	0,030	-----	0,017	0,66	0,11	2,01
70,0	**700,0**	-0,07	0,029	-----	0,014	0,77	0,11	2,01
80,0	**800,0**	-0,07	0,082	-----	0,013	0,88	0,11	2,09
90,0	**900,0**	-0,02	0,043	-----	0,011	0,99	0,11	2,02
100,0	**1000,0**	0,42	0,288	-----	0,010	1,8	0,18	2,01

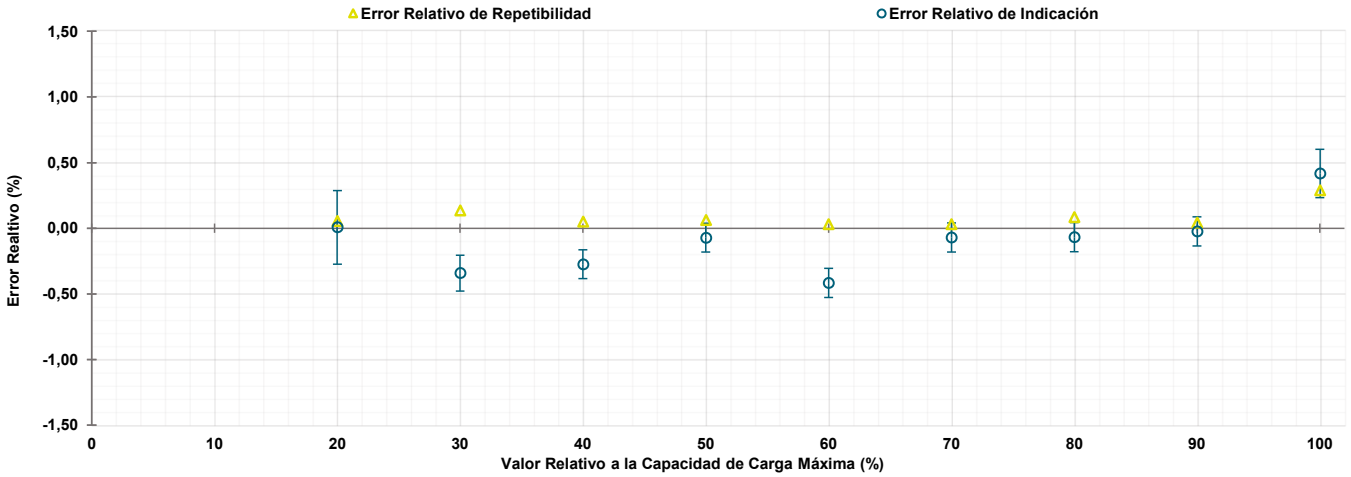


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
1,969 626 E00	9,834 483 E-01	4,976 766 E-05	-3,880 555 E-08

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,3 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,4 °C
Humedad Relativa Máxima:	58 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	55 % hr

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

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura 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.

El factor de cobertura, k, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 1000 kN	C8S	930040	0.5	6753 del INM de Colombia	2025-06

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31071-011**

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-31071-012 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante *Manufacturer*	PINZUAR
Modelo *Model*	No prsenta
Número de Serie *Serial Number*	10105
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-003
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	800 Und
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12
Ciudad *City*	Montería - Córdoba.
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 15
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
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. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Analógica
Resolución	0,5 Und
Apreciación	0,5 Und
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	200 Und
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Tabla 1.
Indicaciones registradas durante las precargas.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	Und	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**160,0**	0,524 77	0,522 37	0,522 14	0,523 091	-----	0,501
100,0	**800,0**	2,576 68	2,576 80	2,575 55	2,576 344	-----	0,048

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	Und	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**160,0**	0,522 74	0,524 62	----	0,524 67	----	0,524 007
30,0	**240,0**	0,782 60	0,782 43	----	0,784 18	----	0,783 071
40,0	**320,0**	1,042 29	1,040 77	----	1,041 24	----	1,041 436
50,0	**400,0**	1,299 81	1,299 04	----	1,298 84	----	1,299 228
60,0	**480,0**	1,557 78	1,556 43	----	1,555 88	----	1,556 696
70,0	**560,0**	1,815 25	1,814 92	----	1,814 77	----	1,814 982
80,0	**640,0**	2,067 30	2,066 95	----	2,067 50	----	2,067 249
88,8	**710,0**	2,298 69	2,298 57	----	2,298 79	----	2,298 682
100,0	**800,0**	2,576 60	2,576 75	----	2,576 90	----	2,576 752

El factor de conversión utilizado para calcular de N a kN = 1/1000,000 000 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811:2008 Guie for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,050	0,050	----	0,050	----

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
Und*	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
160,0	**0,524**	0,1	0,368	-----	0,313	0,006 1	1,2	2,01
240,0	**0,783**	-0,08	0,223	-----	0,208	0,006 0	0,77	2,01
320,0	**1,041**	-0,06	0,146	-----	0,156	0,006 0	0,58	2,01
400,0	**1,299**	0,00	0,075	-----	0,125	0,006 0	0,46	2,01
480,0	**1,557**	0,04	0,122	-----	0,104	0,006 1	0,39	2,01
560,0	**1,815**	-0,02	0,026	-----	0,089	0,006 0	0,33	2,01
640,0	**2,067**	0,17	0,027	-----	0,078	0,006 0	0,29	2,01
710,0	**2,299**	-0,21	0,010	-----	0,070	0,006 0	0,26	2,01
800,0	**2,577**	0,06	0,012	-----	0,063	0,006 0	0,23	2,01

(*) Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la Tabla 5. para calcular el valor de fuerza a partir del valor de unidades, se incluye la componente por el uso de la ecuación.

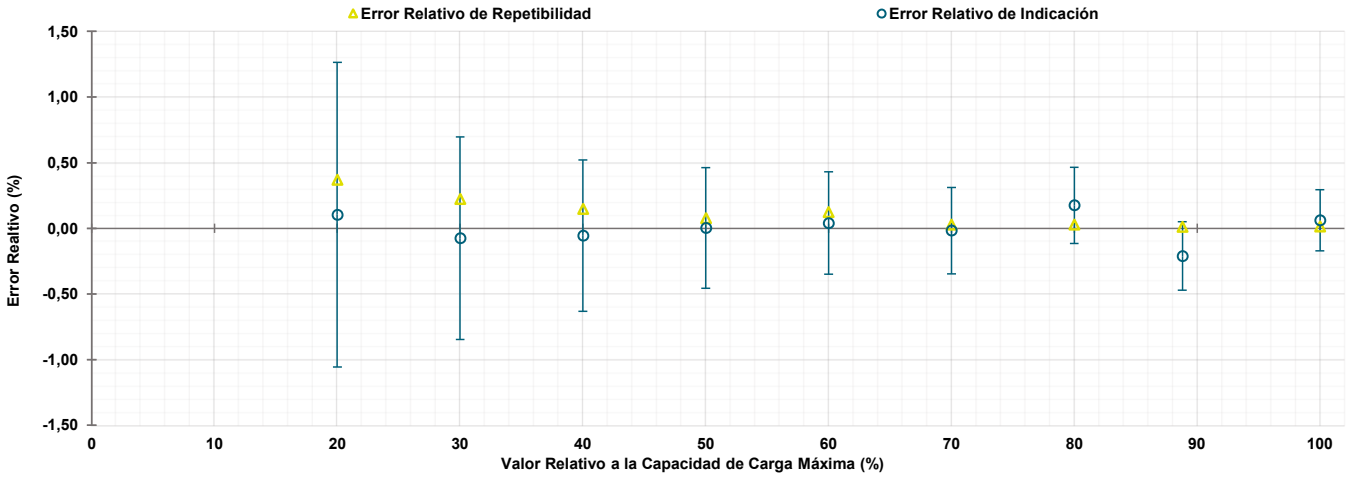


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
1,157 350 E-02	3,189 180 E-03	1,260 432 E-07	-1,274 559 E-10

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de Ensayos de la empresa CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S. ubicada en Montería - Córdoba. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	28,9 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,0 °C
Humedad Relativa Máxima:	58 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	56 % hr

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

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura 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.

El factor de cobertura, *k*, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 5 kN	TCETM	930097	0.5	5946 del INM de Colombia	2024-06

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-31071-012**

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-31071-006 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*	LS-007
Carga Máxima *Maximum load*	220 g
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS, GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 -12.
Ciudad *City*	Montería - Córdoba.
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 02 – 16
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 03 – 01

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

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Francisco Durán Romero
Metrólogo Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	B710807364
Identificación Interna	LS-007
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	0,2 g a 220 g
Documento de Referencia	Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático SIM MWG7/cg-01/V.00 Año 2009

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% -----
0,200 0	0,20	0,20	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
5,000 1	5,00	5,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
20,000 0	20,00	20,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
50,000 1	50,00	50,00	- 0,000 1	- 0,000 1	0,008 2	2,01
99,999 9	100,00	100,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01
119,999 9	120,00	120,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01
150,000 0	150,00	150,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
180,000 0	180,00	180,00	0,000 0	0,000 0	0,008 2	2,01
199,999 9	200,00	200,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01
219,999 9	220,00	220,00	0,000 1	0,000 1	0,008 2	2,01

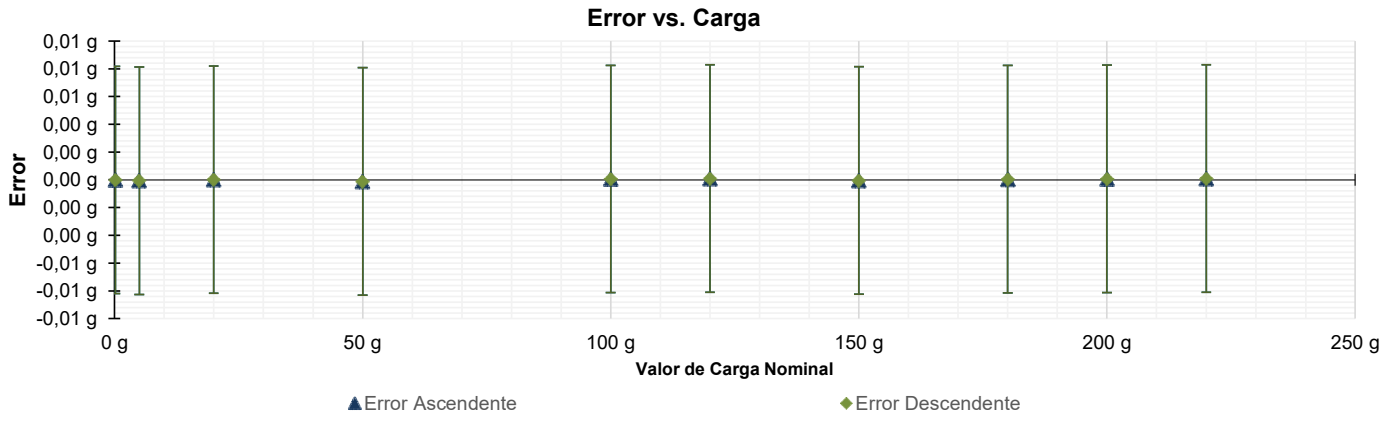


Figura 1. Gráfica para el ensayo de error de indicación.

[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 lugar 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	75 g

Posición	**Indicación del Instrumento**	**Diferencia Respecto al Centro**
-----	**g**	**g**
1	75,00	-------
2	75,00	0,00
3	75,00	0,00
4	75,00	0,00
5	75,00	0,00
Diferencia máxima respecto al centro		**0,00**

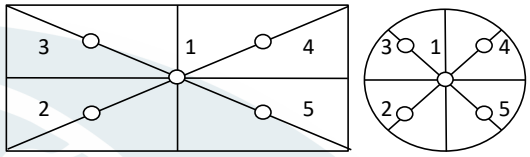


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad.

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	**220 g**
Cantidad de Repeticiones	**Indicación del Instrumento**	**Indicación del Instrumento**
1	110,00	220,00
2	110,00	220,00
3	110,00	220,00
4	110,00	220,00
5	110,00	220,00
6	110,00	220,00
7	110,00	220,00
8	110,00	220,00
9	110,00	220,00
10	110,00	220,00
Desviación Estándar	**0,000 0 g**	**0,000 0 g**

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio de Ensayos., CONSULTORÍAS GEOTECNÍA Y AMBIENTE S.A.S.; Montería - Córdoba.. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	22,3 °C	**Temperatura Mínima:**	21,9 °C
Humedad Máxima:	57 % HR	**Humedad Mínima:**	54 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1010,2 hPa	**Presión Barométrica Mínima:**	1009,9 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.

$R_{corregida} = R - E_{aprox}$ $\quad E_{aprox} =$ *3,02 E-07 · R*

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar,

$u^2(W) =$ *1,67 E-05* + *3,44 E-11* 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) reportados(s) 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 posteriormente se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

Equipo	Fabricante	Certificado(s) de calibración	Fecha(s) de calibración
Pesas clase F1	Pinzuar	M-30123-002 PINZUAR CAP-1084-23 WR Laboratorios	2023-10-02
Láminas clase F1	Pinzuar	CAP-164-23 WR Laboratorios	2023-02-21

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-31071-006**

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-32152-001 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	ROSSEMBERG & REINGENIERIA S.A.S (2021)
Modelo *Model*	2012001//S050306
Número de Serie *Serial Number*	201121213 // B120829477 // 152
Identificación Interna *Internal Identification*	LS-004
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5 kN
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*	2024 – 07 – 03
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 07 – 09
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos *Number of pages of the certificate and documents attached*	04

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. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
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

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,001 kN
Apreciación	0,001 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	0,2 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Durante el proceso de precargas, se identificó la necesidad de ajustar la indicación del equipo. Por lo tanto, en la Tabla 1 se registra el estado en el que se recibió inicialmente el equipo, mientras que en la Tabla 2 se muestra cómo se entregará al cliente después del ajuste. Es relevante mencionar que el ajuste de indicación se llevó a cabo únicamente con la previa autorización del cliente.

Tabla 1.
Indicaciones registardas durante las precargas, previas a ejecutar el ajuste de indicación.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente		*q*	*b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**1,000**	1,002 27	1,002 55	1,002 55	1,002 456	-0,24	0,027
80,0	**4,000**	4,002 28	4,002 56	4,002 56	4,002 466	-0,06	0,007
100,0	**5,000**	4,995 42	4,995 62	4,996 22	4,995 756	0,08	0,016

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	$S_{1,2\,y\,3}$
		Ascendente	Ascedente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**1,000**	1,006 85	1,008 12	----	1,005 15	----	1,006 707
30,0	**1,500**	1,504 63	1,507 33	----	1,503 90	----	1,505 288
40,0	**2,000**	2,003 59	2,006 97	----	2,002 44	----	2,004 334
50,0	**2,500**	2,502 91	2,505 63	----	2,500 31	----	2,502 953
60,0	**3,000**	3,000 91	3,005 28	----	2,998 49	----	3,001 560
70,0	**3,500**	3,499 76	3,500 54	----	3,497 29	----	3,499 196
80,0	**4,000**	4,000 89	4,002 93	----	3,995 80	----	3,999 871
90,0	**4,500**	4,496 82	4,503 18	----	4,495 30	----	4,498 433
100,0	**5,000**	4,995 60	4,995 95	----	4,992 63	----	4,994 725

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

$f_{0,S1}$	$f_{0,S2}$	$f_{0,S2'}$	$f_{0,S3}$	$f_{0,S4}$
%	%	%	%	%
0,002	0,000	----	0,000	----

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**1,000**	-0,67	0,294	-----	0,100	0,003 2	0,32	3,31
30,0	**1,500**	-0,35	0,227	-----	0,067	0,003 9	0,26	3,31
40,0	**2,000**	-0,22	0,225	-----	0,050	0,005 0	0,25	3,31
50,0	**2,500**	-0,12	0,212	-----	0,040	0,005 7	0,23	3,31
60,0	**3,000**	-0,05	0,226	-----	0,033	0,009 6	0,32	4,52
70,0	**3,500**	0,023	0,093	-----	0,029	0,003 4	0,098	2,87
80,0	**4,000**	0,00	0,178	-----	0,025	0,010	0,26	4,52
90,0	**4,500**	0,03	0,175	-----	0,022	0,011	0,26	4,52
100,0	**5,000**	0,106	0,067	-----	0,020	0,003 5	0,070	2,65

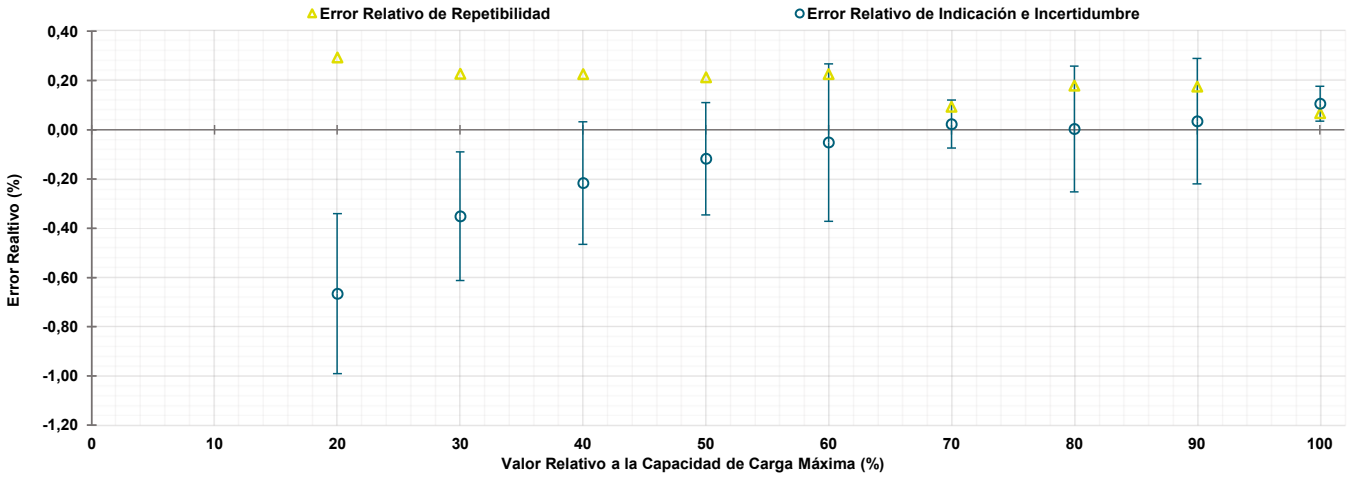


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
1,186 270 E-02	9,936 881 E-01	1,539 512 E-03	-1,880 115 E-04

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

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

Temperatura Ambiente Máxima:	28,8 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,7 °C
Humedad Relativa Máxima:	63 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	61 % hr

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 medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. 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.

El factor de cobertura, *k*, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 5 kN	U2B	N76720	1	6923 del INM de Colombia	2025-08

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-32152-001**

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-32152-002 R0

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Equipo *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante / Año *Manufacturer / Year*	PINZUAR (2020)
Modelo *Model*	PSD-10//S050306
Número de Serie *Serial Number*	103 // J180911426 // 152
Identificación Interna *Internal Identification*	No Presenta
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5 kN
Solicitante *Customer*	CONSULTORÍAS GEOTÉCNIA Y AMBIENTE S.A.S.
Dirección *Address*	Calle 27 No. 6 - 12
Ciudad *City*	Montería - Cordoba
Fecha de Calibración *Date of calibration*	2024 – 07 – 02
Fecha de Emisión *Date of issue*	2024 – 07 – 09

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 04
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. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

PINZUAR® LABORATORIO DE METROLOGÍA

Tecg. Jaiver López Poveda
Metrólogo Laboratorio de Metrología

DATOS TÉCNICOS

Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
Resolución	0,001 kN
Apreciación	0,001 kN
Clase	1,0
Límite Inferior de la Escala	0,2 kN
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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La actividad se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia iniciando con la inspección del equipo y encontrándose como apto para la ejecución de las mediciones correspondientes. El proceso se inicia ejecutando las precargas hasta la carga máxima del equipo. A continuación, se realizaron mediciones en los valores de fuerza discretos acordados con el cliente ejecutando el método comparación directa con fuerza indicada constante, en el que se lleva la indicación del equipo al valor de fuerza objetivo y se registran las lecturas del patrón. Cada lectura tomada se encuentra registrada en las tablas 1 y 2. Es importante destacar que se mantuvo una variación de temperatura inferior a 2 °C en cada serie de mediciones realizadas.

Tabla 1.
Indicaciones registradas durante las precargas.

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón			Promedio	Errores Relativos	
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_3 Ascendente	$S_{1,2\,y\,3}$	Indicación *q*	Repetibilidad *b*
≈ %	kN	kN	kN	kN	kN	%	%
20,0	**1,000**	1,002 27	1,002 62	1,003 50	1,002 797	-0,28	0,122
40,0	**2,000**	2,007 47	2,007 19	2,005 82	2,006 824	-0,34	0,082
80,0	**4,000**	4,015 73	4,014 41	4,015 21	4,015 118	-0,38	0,033
100,0	**5,000**	5,016 40	5,020 12	5,018 20	5,018 241	-0,36	0,074

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega de la máquina

Fuerza Nominal Indicada		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
		S_1 Ascendente	S_2 Ascedente	S_2' No Aplica	S_3 Ascendente	S_4 No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
≈ %	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
20,0	**1,000**	1,003 07	1,002 25	----	1,003 02	----	1,002 781
30,0	**1,500**	1,506 18	1,506 00	----	1,504 60	----	1,505 596
40,0	**2,000**	2,010 09	2,007 24	----	2,007 09	----	2,008 140
50,0	**2,500**	2,509 40	2,509 90	----	2,509 88	----	2,509 730
60,0	**3,000**	3,011 02	3,011 02	----	3,009 17	----	3,010 406
70,0	**3,500**	3,512 19	3,514 36	----	3,511 94	----	3,512 832
80,0	**4,000**	4,017 08	4,013 91	----	4,014 91	----	4,015 301
90,0	**4,500**	4,517 20	4,517 63	----	4,516 55	----	4,517 129
98,0	**4,900**	4,918 34	4,918 96	----	4,919 36	----	4,918 888

Tabla 3.
Error realitivo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de la indicación de cero residual obtenida tras la descarga del IBC.

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

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación…

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

Indicación del IBC		Error Relativo de …			Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\,\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad				
		q	*b*	*v*	*a*	*U*		
≈ %	kN	%	%	%	%	kN	%	-----
20,0	**1,000**	-0,28	0,082	-----	0,100	0,001 2	0,12	2,07
30,0	**1,500**	-0,37	0,104	-----	0,067	0,001 7	0,11	2,25
40,0	**2,000**	-0,41	0,149	-----	0,050	0,003 4	0,17	2,87
50,0	**2,500**	-0,388	0,020	-----	0,040	0,001 6	0,065	2,01
60,0	**3,000**	-0,346	0,061	-----	0,033	0,002 2	0,072	2,23
70,0	**3,500**	-0,365	0,069	-----	0,029	0,002 6	0,073	2,52
80,0	**4,000**	-0,381	0,079	-----	0,025	0,003 2	0,080	2,65
90,0	**4,500**	-0,379	0,024	-----	0,022	0,001 7	0,038	2,03
98,0	**4,900**	-0,384	0,021	-----	0,020	0,001 7	0,036	2,02

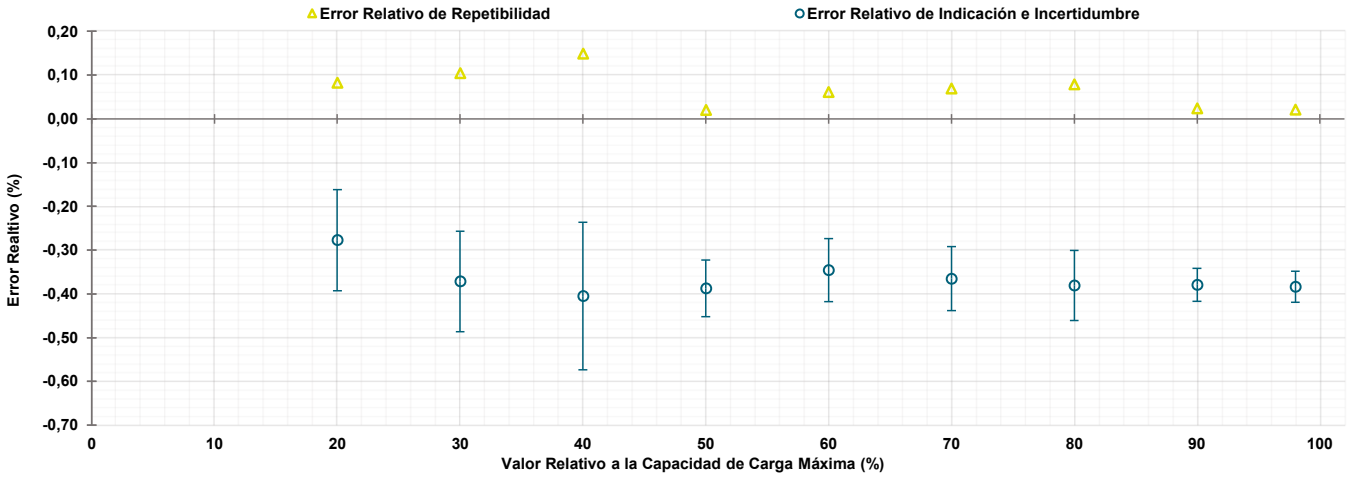


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la Calibración del IBC.

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza corregida a partir de los resultados reportados. Donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de la indicación mostrada por el IBC.

$$F = A + (B * x) + (C * x^2) + (D * x^3)$$

A	B	C	D
-4,559 487 E-03	1,009 250 E00	-2,001 772 E-03	2,244 691 E-04

El usuario es responsable de la inclusión y cálculo de los aportes de la fuente de incertidumbre al utilizar esta ecuación en sus mediciones .

CONDICIONES AMBIENTALES

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

Temperatura Ambiente Máxima:	29,1 °C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	28,5 °C
Humedad Relativa Máxima:	55 % hr	**Humedad Relativa Mínima:**	54 % hr

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 medición declarada se expresa como la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde a aproximadamente el 95%. 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.

El factor de cobertura, *k*, reportado en la Tabla 4 es coherente con el tipo de distribución de probabilidad dominante en la estimación de la incertidumbre de medición.

TRAZABILIDAD

Los resultados reportados en este certificados 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 y se pueden descargar accediendo al enlace del código QR.

Equipo de Referencia	Modelo	No. Serie	Clase	Certificado de Calibración	Próxima Calibración
Transductor de Fuerza 5 kN	U2B	N76720	1	6923 del INM de Colombia	2025-08

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 la escala de la máquina de ensayo. Según 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	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

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

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma (,) como separador decimal.
2. Los valores de fuerza en los que se ha ejecutado la calibración fueron acordados y aprobados con el cliente.
3. En cualquier caso, la máquina de ensayos 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
4. Se adjunta etiqueta de calibración No. **F-32152-002**

Fin del Certificado

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