



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Determinación de la capacidad portante mediante métodos
analíticos utilizando el ensayo de corte directo y correlación de
estudios, Columbita, Cajamarca, 2023**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Civil**

AUTORA:

Aguilar Pilco, Ana Maria (orcid.org/0009-0002-1359-2853)

ASESOR:

Dr. Barrantes Mann, Luis Alfonso Juan (orcid.org/0000-0002-2026-0411)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico con todo mi corazón, amor y cariño al que ilumina y guía mis días, quien está presente y me sostiene siempre, mi único y bendecido Dios y a mi adorado-amado hijo David Elixander Tapia Aguilar, quien es mi mayor motivo, fortaleza eh inspiración para poder superarme cada día más y más.

A mi mamita Celia, mi mama Edith, a mi esposo, hermano, tíos, amigos y demás familiares por el apoyo incondicional y desinteresado, quienes han depositado su confianza y creído siempre en mí, dándome siempre buenos consejos y alentándome día a día para salir adelante, doy gracias a Dios por bendecirme con las maravillosas personas que me rodean.

Gracias a todos.

AGRADECIMIENTO

Sin duda alguna mi mayor agradecimiento es para mi papá Dios, que siempre me cuida y me guía, él pone a las personas correctas en mi camino para darme la mano, sin mi Dios no estaría donde estoy. Gracias Padre mío.

Gracias a las personas maravillosas que se cruzaron en mi vida y que siempre están presentes en mis logros, gracias por ser parte de este sueño Maravilloso, mi más cariñoso agradecimiento es para MAJU, aquella linda mujercita que es como una madre, mil gracias por ser parte de mi vida, tus consejos, tu cariño y tu apoyo hoy me tienen acá, me quedan cortas las palabras para agradecerte el gran corazón que tienes.

Agradezco grandemente al Ingeniero German Antón Silva, quien es aquella persona que me guio en este camino, gracias por el apoyo, el cariño y las enseñanzas brindadas.

Gracias infinitas.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Determinación de la capacidad portante mediante métodos analíticos utilizando el ensayo de corte directo y correlación de estudios, Columbito, Cajamarca, 2023", cuyo autor es AGUILAR PILCO ANA MARIA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 23 de Noviembre del 2023

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|---|---|
| BARRANTES MANN LUIS ALFONSO JUAN DNI: 07795005 ORCID: 0000-0002-2026-0411 | Firmado electrónicamente por: ABARRANTESMA el 05-12-2023 17:14:26 |

Código documento Trilce: TRI - 0662993





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, AGUILAR PILCO ANA MARIA estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Determinación de la capacidad portante mediante métodos analíticos utilizando el ensayo de corte directo y correlación de estudios, Columbito, Cajamarca, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|---|
| AGUILAR PILCO ANA MARIA DNI: 70118453 ORCID: 0009-0002-1359-2853 | Firmado electrónicamente por: ANAGUILARPI el 25- 11-2023 00:19:24 |

Código documento Trilce: INV - 1375677



ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| CARÁTULA..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTO..... | iii |
| DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR..... | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR..... | v |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| RESUMEN..... | ix |
| ABSTRAC..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO..... | 6 |
| III. METODOLOGÍA..... | 11 |
| 3.1 Tipo y diseño del estudio..... | 11 |
| 3.2 Variable y operacionalización..... | 12 |
| 3.3 Población y muestra..... | 12 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos..... | 14 |
| 3.5 Procedimientos..... | 16 |
| 3.6 Método para el análisis de datos..... | 16 |
| 3.7 Aspectos éticos..... | 17 |
| IV. RESULTADOS..... | 18 |
| V. DISCUSIÓN..... | 32 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 35 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 36 |
| REFERENCIAS..... | 37 |
| ANEXOS..... | 38 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variable dependiente | 12 |
| Tabla 2. Recolección de información de variable independiente | 15 |
| Tabla 3. Clasificación de las calicatas | 20 |
| Tabla 4. Clasificación SUCS..... | 21 |
| Tabla 5. Contenido de humedad y densidad de campo..... | 21 |
| Tabla 6. Límites de Atterberg..... | 22 |
| Tabla 7. Angulo de fricción por corte directo..... | 22 |
| Tabla 8. Angulo de fricción por correlación | 24 |
| Tabla 9. Diferencia del ángulo de fricción interna..... | 24 |
| Tabla 10. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con corte directo..... | 25 |
| Tabla 11. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con correlación | 27 |
| Tabla 12. Carga ultima corte directo | 28 |
| Tabla 13. Carga ultima correlación | 29 |
| Tabla 14. Variación de capacidad portante entre Terzagui y Correlación..... | 30 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Angulo de fricción y cohesión por corte directo | 23 |
| Figura 2. Angulo de fricción interna por correlación de estudios..... | 25 |
| Figura 3. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con corte directo..... | 26 |
| Figura 4. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con correlación | 27 |
| Figura 5. Carga ultima por Terzagui y Meyerhof con Corte directo | 28 |
| Figura 6. Carga ultima por Terzagui y Meyerhof con Correlación..... | 29 |
| Figura 7. Variación de capacidad portante con corte directo y correlación..... | 31 |

RESUMEN

La presente tesis lleva por objetivo: determinar la capacidad portante mediante métodos analíticos a través de la prueba de corte directo y correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca, siendo una investigación de carácter aplicativo, con un enfoque cualitativo y un diseño no experimental, obteniendo como resultados que la capacidad portante con Terzagui es menor que con Meyerhof, además que los valores de Terzaghi no llegan a 1 y los valores de Meyerhof superan en 1.5 kg/cm², teniendo variaciones hasta de 0.91 kg/cm², obteniendo como conclusión: Se determino el tipo de suelo existente en el sector el Columbito que es de GC, SM, CH y MH, con ángulos de fricción interna y cohesiones diferentes siendo los mayores valores en corte directo GC con 22° y 1.88 kg/cm²; para correlación de estudios 28° y cohesión de 2.10 kg/cm²; con una capacidad portante en corte directo con Terzaghi de 0.88 kg/cm² y Meyerhof de 1.83 kg/cm² con una variación de 0.95 kg/cm²; para correlación de estudios en Terzaghi con 1.12 kg/cm² y Meyerhof con 2.34 kg/cm² con una variación de 1.02 kg/cm².

Palabras clave: Capacidad portante, Terzaghi y Meyerhof.

ABSTRACT

The present investigation has as objective: to determine the bearing capacity by means of analytical methods through the test of direct cut and correlation of studies in the Columbito-Cajamarca, being an investigation of an applicative nature, with a qualitative approach and a non-experimental design, obtaining as results that the bearing capacity with Terzagui is less than with Meyerhof, in addition that the Terzaghi values do not reach 1 and the Meyerhof values exceed 1.5 kg/cm², having variations of up to 0.91 kg/cm², obtaining as a conclusion: It was determined The existing type of soil in the Columbito sector is GC, SM, CH and MH, with different internal friction angles and cohesiveness, the highest values being in direct cut GC with 22° and 1.88 kg/cm²; for correlation of studies 28° and cohesion of 2.10 kg/cm²; with a bearing capacity in direct shear with Terzaghi of 0.88 kg/cm² and Meyerhof of 1.83 kg/cm² with a variation of 0.95 kg/cm²; for correlation of studies in Terzaghi with 1.12 kg/cm² and Meyerhof with 2.34 kg/cm² with a variation of 1.02 kg/cm².

Keywords: Bearing capacity, Terzaghi and Meyerhof.

I. INTRODUCCIÓN

La importancia de comprender la capacidad de soporte o portante de los suelos o conocido como la capacidad portante de suelo esta específicamente dada para saber cuánto puede cargar ese “suelo sin afectar la super estructura (edificación) y la sub estructura (fundación) no se vea afectada por la misma carga; los últimos tiempos se ha mostrado que cada vez se hace más importante los estudios de fundaciones y cálculo del esfuerzo del suelo para determinar su capacidad portante y construir adecuadamente las vivienda, por lo que estos estudios no se hacen de manera adecuada, por desconocimiento, factores económicos, etc.; para no colocar en riesgo la edificación o estructura” (Olarte, 2019, p. 19).

La necesidad de calcular la fundación se vuelve primordial para poder dentro de los cálculos del estructuralista realizar los dimensionamientos de la fundación para poder garantizarles la estructura ante un sismo, “internacionalmente existen muchos estudios que nos hablan directamente de cuánto se debe establecer correctamente la cuantificación del ángulo de fricción y cohesión interna; por lo que depende directamente del estudio geotécnico que se tenga que realizar: por un triaxial, corte directo, de los de lesión granulométrica, SPT, SPTU, etcétera” (Almeida, 2021, p. 35).

Estableciendo los parámetros de diseño internacional como el ASCE 7, “internacionalmente nos muestra que existen estudios mínimos en geotecnia dependiendo de la estructura o super estructura que se construirá se realizaran los ensayos de mecánica de suelos” (Carrillo, 2019).

Las viviendas se diseñan bajo una perspectiva de asegurar la vida de las personas establecido en la normativa E.030 (Diseño sismo resistente) “siendo esta la filosofía de diseño, estableciendo que los parámetros mínimos de una estructura deben asegurar la vida de sus habitantes hastasu evacuación” (Villavicencio, 2018)

Según Maldonado establece que algunas viviendas dentro de la capital de “Lima existen estudios limitados o una capacidad portante dentro de la normativa es 050 lo que establece directamente es la capacidad que tiene el suelo para resistir en diferentes zonificaciones de la ciudad de Lima estableciendo que no siempre se cumple en base al estudio a realizar él comparó metodologías de diseño por Meyerhof y Terzaghi” (Mondragon, 2022, p. 57).

Las entidades municipales dentro de los requerimientos para la licencia de construcción se encuentran basadas en las especificaciones establecidas de la E.050 – Normativa técnica de suelos y cimentaciones, en donde no establece el tipo de ensayo a realizar, solo que el profesional de geotecnia será el encargado de determinar ello (Lescano, 2018)

El cálculo de cuanto debe de soportar el suelo para una estructura queda en una incertidumbre y que ensayo debemos realizar, dado que los permisos municipales y otro trámite que se realiza en las entidades no “exijan estudios con mayor exactitud para poder determinar el ángulo de fricción y cohesión interna del suelo, donde generalmente se utilizan las ecuaciones de Meyerhof y Terzaghi para obtener los parámetros para poder calcular la resistencia del suelo” (Olmedo, 2019, p. 43).

Cajamarca siendo una ciudad en crecimiento existe una zona de expansión que está muy cerca del aeropuerto siendo está denominada “Sector el Columbito”, en donde se ha visto una creciente construcción de viviendas y posee una gran zona de expansión en la zona urbana de Cajamarca, por lo que es preciso realizar un estudio adecuado de mecánica de suelos para poder evitar hundimientos, asentamientos, colapsos, etc.; o cualquier problema geotécnico que presente la fundación.

Por lo que existe una necesidad de tener los valores correctos del ángulo de fricción interna y cohesión en el suelo dado que esos valores son los que establecen en su mayor “parámetro los coeficientes de las ecuaciones de Meyerhof y Terzaghi esto nos dice, que depende

directamente de estos valores para poder establecer la capacidad portante, carga última, y esfuerzo último que son necesarios para el análisis de cuánto puede soportar una estructura y los niveles que se puede diseñar” (Beltran, 2022, p. 31).

Siendo el problema general de investigación:

¿La capacidad de soporte de suelos por medio de métodos analíticos a través de la prueba de corte directo son más precisos que con la correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca, 2023?

Problemas específicos

- La capacidad portante con el ángulo de fricción interna y cohesión a partir de la relación de estudios es mayor que con el corte directo.
- La capacidad de soporte del suelo última mediante los métodos de Meyerhof y Terzaghi varía según el ensayo de corte directo y la correlación de estudios.
- Cuanto es la diferencia de la capacidad portante, carga última y la carga admisible a partir del corte directo y correlación de estudios.

Por lo que para esta investigación se establece que existe una problemática de cuál es la capacidad portante más adecuada dependiendo del estudio geotécnico que se haga, para obtener el resultado más cercano al ángulo de fricción y el coeficiente del suelo a ensayar por lo que esta tesis se justifica al determinar la capacidad carga o portante a través de la correlación de estudios y la prueba de corte directo.

Justificación teórica

Para Bedoya (2020), *“La investigación fusca en su carácter teórico el fundamento o el inicio de sus bases”*; esta investigación tiene como carácter de investigación un análisis comparativo cuantificado en métodos analíticos y los ensayos que nos permitan tener resultados del ángulo de fricción y la cohesión, los cuales nos permitirán calcular la capacidad portante con el

método de Terzaghi y Meyerhof, nos permitirán comparar la capacidad de carga o portante más exacta y poder determinar una relación entre características físicas del estrato con: granulometría, límites de atterberg, el porcentaje de humedad y peso específico dentro de la zona de expansión del sector el “Columbito”, lo que nos permitirá comparar teóricamente la determinación de la mejor cimentación para un edificio en base al tipo de suelo es de suma importancia durante la construcción porque aumentará la seguridad contra eventos sísmicos y definirá mejor la interacción entre el edificio y su entorno. el cálculo de la capacidad portante de edificios plurifamiliares; en el que posteriormente se hará un análisis de resultados.

Justificación social

Para Paitan (2014), *“La practicidad de una investigación se ve reflejada en la utilización del estudio reflejado en la sociedad”*, la ingeniería civil tiene por objetivo primordial mejorar las niveles de vida en la población como también garantizar la estructura ante eventos naturales y por sí misma, es en ese principio que un adecuado estudio con adecuados valores nos permitirán que en el sector “El Columbito” nos mostrara desde la etapa de los cimientos, para conocer y calcular el tipo de cimentación más idóneo para las viviendas multifamiliares, que podrán ayudar a la construcción de estas.

Justificación práctica

Para Arias (2021), *“La utilización de una investigación en la aplicación de la misma debe de volverse practica”*, Existe la necesidad de tener el cálculo de la capacidad de soporte o portante más real y precisa en la zona de expansión Urbana denominada “El Columbito”, para tener un diseño de cimentación más adecuada al tipo de terreno con un valor de la capacidad de carga o soporte o portante sobre el suelo de fundación hace practica saber el tipo de fundación, los niveles de la edificación, el tipo de la edificación, etc; por lo que se hace practica tener valores más adecuados para un correcto diseño. Prácticamente se vuelve una necesidad constante para toda edificación determinar la capacidad portante para las obras civiles; el determinar este valor en la normativa es 0.50 – Suelos y

cimentaciones, nos determinara si es apta o no la fundación para el tipo de edificación.

Al responder al problema de investigación se necesita plantear los objetivos que nos permitirán alcanzar respuesta:

Objetivo general

Determinar la capacidad portante mediante métodos analíticos a través de la prueba de corte directo y correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca.

Objetivos específicos

- Establecer el ángulo de fricción interna y cohesión con correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca.
- Determinar la capacidad portante con los métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof.
- Hallar la diferencia de la capacidad portante y carga ultima a través del ensayo de corte directo y correlación de estudios en el sector el Columbito-Cajamarca.

A partir de la problemática y los objetivos planteados se establece la siguiente:

Hipótesis General:

La capacidad portante por medio de métodos analíticos a través del ensayo de corte directo es menor que con la correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca, 2023

Hipótesis Especificas:

- El ángulo de fricción interna y cohesión con correlación de estudios es mayor que con corte directo en el Columbito-Cajamarca.
- La capacidad portante con los métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof varía según el ángulo de fricción y cohesión de los estudios de corte directo y correlación.
- La diferencia de la capacidad portante y carga ultima a través del ensayo de corte directo es menor que con la correlación de estudios en el sector el Columbito-Cajamarca.

II. MARCO TEÓRICO

El estudio de diferentes teorías para poder calcular la capacidad portante de un suelo ha conllevado al análisis de que la fundación es una parte esencial del proceso de construcción y análisis previos antes de una construcción, por lo que las teorías que buscan el fundamento de la capacidad portante como Chilito (2018, p. 15), *“el análisis del suelo depende directamente de las características que se presentan, por lo que también del instrumento en su evaluación”*, para Crisanto, (2019. p. 54), indica directamente depende del instrumento y la capacidad de análisis que el profesional indica, agregado a esto depende del modelo matemático que se analiza como también en el factor de seguridad.

Los estudios en el Perú han mostrado un gran déficit de interés e importancia en la caracterización de los suelos y eso ha conllevado por Borrero (2018, p. 12), a la utilización de normas internacionales para suprimir o reducir algunas falencias en la incertidumbre planteada es importante mencionar y sin el cálculo de los parámetros adecuados cualquier edificación tendría un colapso o alguna falla geotécnica en el tiempo.

En la zona región conocida como Sierra y en la parte de la costa según Apaza (2020, p. 15), se muestra una geotecnia muy variada y dependiendo de cada estudio se establece los valores de ángulo de fricción interna y cohesión; esto nos muestra que en nuestra geografía existe mucha variedad que nos puede permitir diferentes estudios y diferentes valores no solo para una zona sino para una región; pero para Montes (2019, p. 22), *“esto se vuelve una problemática cuando se tiene que definir correctamente el tipo de estudio para el tipo de cimentación y a través de ello calcular la superestructura o la edificación que cargará ese suelo”*.

Para (Pineda, 2021, p.18); *“un conocimiento profundo de la mecánica del suelo, que nos da parámetros de soporte como el ángulo de fricción interna (ϕ), la cohesión del suelo (c) y el peso”*; es necesario para la futura construcción de edificios en áreas adyacentes a la expansión de Cajamarca. Para el mejor diseño de los cimientos superficiales, es posible

determinar las capacidades de carga última y permisible de las unidades de suelo (γ).

Se han realizado una serie de investigaciones con el objetivo de obtener la capacidad de carga y admisible de los suelos para cimentar, cumplir con los requisitos exigidos de seguridad y estabilidad y evitar, en la medida de lo posible, asentamientos diferenciales lo suficientemente grandes como para causar daño a la estructura o, como consecuencia, dificultar su funcionamiento. En consecuencia, en el presente estudio se revisaron los precedentes con el fin de sustentar la viabilidad del estudio a través de una revisión de artículos. funciones estructurales para las que fue diseñado (Díaz, 2020. p. 54).

La información para esta investigación ha sido recopilada de tesis y artículos similares a los presentados en este estudio en cuanto al cálculo del soporte del suelo para uso en cimentaciones superficiales:

Para Cárdenas y Moreno (2022, p. 3), el propósito del artículo es determinar cómo una fibra de cáñamo con una longitud de 4 cm afecta las propiedades de resistividad y resistencia de la arcilla. Las características que se observaron fueron el peso unitario seco máximo (Y_{dmax}), la resistividad eléctrica (ρ), la cohesión (c), el ángulo de fricción (Φ), la resistencia a la compresión no confinada (q_u) y la humedad óptima (w_{opt}). Tres muestras de arcilla con cantidades variables de fibra de cáñamo se sometieron a compactación Proctor modificada (ASTM D 1557-12), corte directo consolidado sin drenaje (CU) para un suelo cohesivos (ASTM 6528-17), soporte a la compresión no confinada (ASTM D2166-16), y cuatro pruebas de electrodos de Wenner (ASTM G57-01I). La muestra estándar, A_p , de 100 % de arcilla en la localidad de Tunja, situada en Colombia, muestra de 0.50 y 0.75% de la fibra de cáñamo. Los hallazgos del presente estudio sugieren que un contenido de cáñamo del 0 % es el nivel óptimo, con niveles más altos de fibra que causan la destrucción de la matriz arcillosa mientras disminuyen la compactación y aumentan la resistencia al corte, compresión no confinada y eléctrica.

En el artículo presentado por Zambrano y Ortiz (2021, p. 5), llamada “Caracterización geomecánica de suelos en la localidad de Calceta – ubicada en la provincia Manabí”, Su objetivo primordial era conocer las propiedades del suelo, incluidas las pruebas de límites y su compactación. Para ello aplicó el corte directo (CD) y SPT, obteniendo materiales de muestra de suelo y registrando la cantidad de golpes aplicados. Se llegó a la conclusión que los ensayos límite revelaron un suelo moderadamente expansivo, registrándose los tipos de suelo CL, ML y MH por el método SUCS, con una compactación en el suelo cohesivo medio-compacto y con una resistencia por encima de 1.00 kg/cm².

En la investigación de Barahona y Chamaya (2023, p. 4), su objetivo fue de realizar una comparación de parámetros de soporte al corte establecidos por pruebas geotécnicas de corte directo y el ensayo triaxial en el suelo del futuro desarrollo urbano Fundo Los Mangos, ubicada en el distrito de Chiclayo. Se utilizó un enfoque cuantitativo descriptivo de diseño no experimental ya que no se manipulo los datos. Para clasificar el suelo fue utilizado la metodología SUCS, se examinó el porcentaje de agua del suelo, el análisis del tamaño de las partículas, los límites de Atterberg y sales solubles totales. Se descubrió que el suelo es una arcilla altamente plástica con sales inofensivas. Por el contrario, se realizaron ensayos de corte triaxial y directo sin drenaje, sin consolidar, arrojando ambos valores de cohesión por debajo de 0.240 kg/cm² y 21° en el caso del ángulo de fricción, respectivamente. La relación entre el parámetro de cohesión y el parámetro del ángulo de fricción se estableció, así como $C_{ct} = 0.500$ (C_{cd}) 0.080 y $O_{ct} = 0.414$ (O_{cd}) 13.414 para el primero.

Asimismo, Ramos (2020, p. 4), la finalidad fue establecer la capacidad de carga del suelo para las cimentar por medio del corte directo(CD). Para lograrlo, realizaron un estudio de tipo aplicativo y nivel evaluativo. Las muestras se delimitaron de acuerdo con los planos, y se realizó 10 pozos con una profundidad de 2 metros. Luego se tomó muestrasde suelo para realizar ensayos in situ de densidad, granulometría y límitesde Atteberg (límites: líquido y plástico). Con base en los resultados de las

10 muestras, ensayos de laboratorio y cálculos, fue posible clasificar el suelo en sector 12 como San Antonio, que es una grava de mala gradación (GP), no tiene nivel freático, y tiene una capacidad de soporte de 3.16 kg/cm² a una altura de 1.00 m, 4 punto 23 kg/cm² a 1.50 m, y 5. 29 kg/cm² a 2.00 m; concluyendo que Terzaghi es la metodología más eficiente para el diseño de cimentaciones superficial la capacidad admisible del suelo está determinada por la profundidad de asentamiento (Df), factores de capacidad de soporte, ángulo de fricción, cohesión, área de cimentación y la densidad del suelo.

En la tesis de Vásquez (2023, p. 5), este estudio se realizó con el fin de determinar los resultados de la capacidad de soporte de los suelos utilizados en la fundación de las lagunas de oxidación, mediante las pruebas antes descritas de Corte directo y SPT, de acuerdo con las normas ASTM-D3080 y ASTM-D1586 respectivamente; adicionalmente fueron determinados las características físicas de porcentaje de humedad, estados de consistencia, clasificación de suelos mediante el sistema SUCS; además de las propiedades geomecánicas de Cohesión y Ángulo de fricción interna ya que las edificaciones propuestas son lagunas de oxidación, tienen una placa de cimentación, lo que aumenta el área de contacto con el suelo. Como resultado tenemos que los valores de capacidad portante de las estructuras propuestas, que son estanques de oxidación con placas de cimentación, oscilaron entre 0,56 kg/cm² y 0,65 kg/cm² con el método de ensayo de corte directo y entre 0,88 kg/cm² y 0,98 kg/cm² con el método de prueba SPT, lo que resulta en una variación porcentual entre 26.41 % y 42. 76 %. determinando que los resultados del ensayo de corte directo son menos significativos que los del ensayo SPT.

Barrera (2022, p. 3), el objetivo de este estudio es mejorar el suelo de cimentación, que actualmente tiene una resistencia al esfuerzo cortante (Corte Directo - CD) de 0.169 kg/cm² en su estado natural y una resistencia de 0.011 kg cuando el 30 % de arena es agregado. El suelo de mayor capacidad de carga y portante y soporte admisible es el suelo combinado con el cemento de un 5% con $q_d = 114,83 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3,83 \text{ kg/cm}^2$, si

se diseñan zapatas cuadradas, y $q_d = 94,10 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 3,14 \text{ kg/cm}^2$. Por último, pero no menos importante, el suelo natural mezclado con arena tiene una presión permisible y una capacidad de carga más altas que el suelo arcilloso, con $q_d = 26,16 \text{ tn/cm}^2$ y $q_{adm} = 0,87 \text{ kg/cm}^2$ para pie cuadrado y $q_{adm} = 0,89 \text{ kg. /cm}^2$ y $q_d = 26,60 \text{ tn/cm}^2$ para zapata.

Podemos ver que ensayos como el corte directo, SPT, correlación de estudios, etc. se utilizan en el fondo que subyace a la investigación para Mamani (2022, p. 18); se utilizan para calcular la capacidad portante; en consecuencia, los valores que arrojan los resultados sirven para calcular la capacidad de soporte o portante y admisible del suelo, propiedad que depende de las características mecánicas y físicas de los suelos.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño del estudio

3.1.1 Tipo de estudio

Se utiliza el tipo de investigación. Según Saldaña (2019), una investigación debe cumplir tres criterios principales para ser clasificada como Aplicada: “Manipulación deliberada de las variantes independientes”, “Valoración de la variación de la variable independiente” y “Control interno de las situaciones experimentales”. Es de un diseño experimental puesto que implica, en un alto nivel, la medición de una serie de aspectos estimados de forma independiente, incluido el cálculo de la fricción interna y los ángulos de cohesión para determinar la capacidad portante y la carga máxima.

El trabajo presente de grado llevó un enfoque cuantitativo, acorde con la metodología de investigación en los datos que se han analizado. Además, debido a que los datos son productos de medición, están representados por la numeración (cantidades) y deben ser analizados a través de metodologías estadísticas; es decir, las medidas se modifican en datos numéricos (datos cuantitativos) los cuales son analizados mediante estadísticas para los resultados finales de capacidad portante, según Hernández (2006).

3.1.2 El diseño de la investigación:

El estudio tuvo un diseño de tipo no experimental de clase transversal descriptivo simple. Según Álvarez (2020), por lo que se plantea el análisis descriptivo de un punto “A” – “B”, “describiendo los fenómenos que ocurre en la variable dependiente, por lo que en esta comprende las pruebas realizadas en laboratorio y campo”, mediciones del suelo referente a las mediciones lo cual le permitió conocer los parámetros geomecánicas del suelo del sector el Columbito– Cajamarca y la caracterización de este.

El nivel de investigación

El nivel de estudio tiene un carácter Descriptiva, según Espinoza (2020). Esto se basa principalmente en "hallazgos dentro del proceso de investigación, que trata sobre el proceso de vínculo entre la teoría y el producto", por lo que utilizaremos los conceptos y cálculos teóricos para determinar los valores de la capacidad de resistencia del suelo, la carga última además de la carga admisible.

3.2 Variable y operacionalización:

Según Silvestre (2019), una variable es una característica cuyo contenido está sujeto a modificación y cuya modificación es susceptible de ser directa o indirectamente medida y observada.

- **Variable Independiente:**

Para Gonzales (2020), "*variable independiente es aquella que no se ve afectada directamente por la manipulación parcial o total de la variable*"; corte directo y correlación de estudios, los ensayos realizados a partir de estos nos indicaran el ángulo de fricción y cohesión

- **Variable Dependiente:**

Para Martines (2009), "*la variable dependiente es aquella que se verá afecta parcial o totalmente por la variable independiente*", Capacidad carga o portante mediante métodos analíticos, por lo que a partir de la cohesión y ángulo de fricción variara la capacidad portante.

Tabla 1. Operación de la variable dependiente

| | Dimensión | Indicadores |
|--|--|----------------------------|
| Capacidad portante mediante métodos analíticos | Corte directo Correlación de estudios | Tipo de suelos |
| | | Cohesión |
| | | Angulo de fricción interna |
| | Métodos Analíticos de | Tipo de suelos |
| Cohesión | | |

| | | |
|-----|-------------------|--------------------|
| cos | Terzaghi-Meyerhof | Ángulo de fricción |
|-----|-------------------|--------------------|

3.3 Población y muestra.

3.3.1 Población

Al conjunto de sujetos o componentes que serán objeto de estudio se le denomina población desde el punto de vista estadístico, también conocido como universo (Arias, 2016). Los suelos de El Columbito y Cajamarca conforman la población de estudio.

3.3.2 Muestra

La muestra de estudio es un sub-agrupación de la población que es representativa del todo para la investigación cuantitativa (Arbaiza, 2016). Se utilizó un método de muestreo del tipo no probabilístico y el criterio de juicio de expertos para la selección de la muestra para la investigación, la cual involucró suelos de El Columbito y Cajamarca. De cada uno de los 050 Suelos y Cimentaciones de la normativa nacional de edificación se tomará una muestra, que será objeto de nueve calicatas.

3.3.3 Muestreo

Tuvo un tipo no probabilístico; de acuerdo con Saavedra (2004), el muestreo es una técnica donde el muestreo se recolectan a través de un desarrollo que no ofrece a todos los miembros de una población iguales oportunidades de ser clasificados; para esta investigación es por conveniencia ya que del cumplimiento de la E 050. El muestreo a obra fue establecido por dicha normativa.

Unidad de análisis:

Se realizaron 10 calicatas realizadas de las cuales se extraerá 90 kg por muestra en la zona de El Columbito, Cajamarca para poder establecer su capacidad portante y a partir de analizar las muestras con los Métodos de cálculo de Terzaghi – Meyerhof se obtendrá la capacidad de soporte y portante del suelo, por lo que la unidad de

análisis será las muestras extraídas.

3.3.4 Unidad de Análisis.

Lo que dice Picon (2014), *“La unidad de análisis es en donde se someterá los procesos y metodologías que se aplicaran para la obtención de resultados”*, dado el carácter de la investigación de muestras tomadas en camposiendo las calicatas y dentro de ellas la separación de las unidades de análisis, siendo un total de 18 muestras para el análisis para la valoración de la capacidad de soporte.

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Técnicas

Para Catalina (2014), *“Entre los métodos empleados, podemos mencionar el análisis documental, que permitió una revisión de la literatura relevante basada en tesis”*, publicaciones revisadas por pares, libros y normas relevantes con énfasis en la valoración de la capacidad de carga del suelo cohesivo.

Por el contrario, empleamos la observación directa, que nos permite ver lo que sucede en tiempo real durante la extracción de muestras de suelo de profundidades específicas. Esta técnica también nos permite registrar la mecánica física y los registros de las pruebas de laboratorio.

Luego se utilizó el método de revisión y el análisis de las diversas normativas nacionales para pruebas de laboratorio y campo, así como la norma NTP 339.171 ensayo de corte directo y correlación de estudios.

Instrumentos para la recolección de resultados

Para Corral (2009), *“Las fichas técnicas sirvieron como instrumentos y/o herramienta de recolección de datos, permitiendo organizar de manera precisa y coherente toda la información extraída de*

características y propiedades del suelo". Permitieron el registro de datos significativos tanto encampo para el "Sector El Columbito" como en laboratorio.

Los datos se procesaron por medio de hojas de cálculo (Excel) y se realizó un análisis mediante un software de ingeniería (Rfem5, Safe 2016), que permitió conocer la capacidad de carga de un suelo mediante métodos numéricos (Terzaghi, Meyerhof).

Tabla 2. *Recolección de información de variable independiente*

| VARIABLE INDEPENDIENTE | INFORMACIÓN DE RECOLECCIÓN | | |
|--|----------------------------|---|-----------------------------------|
| | FUENTE | TÉCNICA | INSTRUMENTOS |
| Corte directo y correlación de estudios | Investigaciones | Observación directa mediante protocolos (Ficha de laboratorio de campo y laboratorio) | Protocolos y hoja de datos Excel. |

Validez

La validez de los ensayos a realizar será validada por los protocolos e instrumentos debidamente calibrados por el laboratorio, por lo cual se ha seguido las guías del procedimiento tal cual indica la normativa.

Confiabilidad del Instrumentos

Todos los instrumentos de medición desde la toma de muestras hasta la realización de los ensayos se hacen en base a la normativa nacional e internacional dando confiabilidad a los resultados en los siguientes ensayos:

- Toma de muestra, NTP-700.001
- Corte directo, ASTM -D3080,
- Granulometría, NTP-400.012-2013,
- Prueba granulométrica de los Agregados, ASTM C136 – arena
- Prueba granulométrica de los Agregados, ASTM C136 – grava

- El porcentaje de Humedad evaporable de los materiales, ASTM C566-19
- Ensayo de determinación de materiales pasantes del tamiz N°200 ASTM C117.
- Prueba de corte directo N.T.P 339.171 – ASTM D3080.

3.5 Procedimientos

El procedimiento en esta investigación siguió la metodología aplicada con la guía de la normativa E.050 – Suelos y cimentación, en la sección de exploración, con un enfoque cuantitativo en donde se siguió el siguiente procedimiento:

- Reconocimiento de campo (Trabajo de campo): es en donde se establece de donde se extrajeron las muestras y tener un aspecto visual del tipo de suelo.
- Ensayos y pruebas de laboratorio, donde las muestras tomadas son analizadas en diferentes ensayos y por separado uno para corte directo y la otra para capacidad portante por relación de tipo de suelo.
- Análisis e interpretación de datos, se procederá el cálculo de la capacidad portante, carga admisible y carga ultima.
- Procesamiento de datos, se mostró en gráficas, tablas, figuras, etc; los resultados encontrados a partir de los cálculos realizados para cálculo de la capacidad portante, carga admisible y carga ultima.

3.6 Método para el análisis de datos

Para analizar los datos se realizaron en base a las bases teóricas de Terzaghi-Meyerhof, con el cálculo del ángulo de fricción interna y la cohesión de los cuales son necesarios para la utilización del cálculo de la capacidad portante, carga admisible y carga ultima.

3.7 Aspectos éticos

Se tuvo en cuenta lo siguiente al examinar los aspectos éticos:

- Se referenció toda fuente de datos e información prevaleciendo todos los derechos de los autores.
- Se presenta el panel de fotografías con transparencia de las pruebas realizadas por el ejecutor.

IV. RESULTADOS

Los resultados a continuación tienen como finalidad investigar la roca fundacional del sector "Columbito" mediante trabajos de campo por medio de pozos de exploración o pozos de sondeo "Cielo Abierto", ensayos de laboratorio con el fin de conocer las características físicas y mecánicas claves. el tipo y profundidad de la cimentación, determinar la capacidad portante permisible y brindar recomendaciones y conclusiones para la cimentación de la infraestructura con base en el conocimiento del suelo, sus propiedades resistentes y asentamientos.

Solo el sector "Columbito" está cubierto por el informe de mecánica de suelos (EMS). Los análisis, conclusiones y sugerencias del SGA sólo se aplicarán a los terrenos y construcciones objeto del mismo. Estos hallazgos e investigaciones de campo y laboratorio también serán tomados en consideración. No se permite su uso para otros proyectos, en otras propiedades o para estructuras diferentes.

De forma general los alcances del estudio de investigación de mecánicas de suelos son los siguientes:

- Trabajo de campo (reconocimiento de terreno).
- Exploraciones mediante calicatas.
- Pruebas de campo.
- Pruebas en laboratorio de Mecánica de Suelos.

Procesamiento de los datos obtenidos en campo y elaboración del borrador final.

Con la finalidad de cumplir los objetivos, se ha establecido las siguientes actividades:

- Ubicación de las calicatas.
- Muestreo (09 calicatas).
- Características físicas y mecánicas de las muestras de Suelo.

- Caracterización estratigráfica.
- Valoración de la capacidad de carga del suelo.

El área de estudio se encuentra ubicada en el Distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región de Cajamarca.

DEPARTAMENTO : CAJAMARCA (Sector el Columbito)
PROVINCIA : CAJAMARCA
DISTRITO : CAJAMARCA

Exploración del terreno

Se llevó a cabo un programa de exploraciones de campo para caracterizar el terreno fundacional del área de estudio, cuyos resultados se citan a continuación:

Para recolectar muestras de suelo de varios tipos de suelo, se realiza una excavación manual a cielo abierto de acuerdo con el estándar ASTM D420

Inspección e Identificación manual y visual de suelos fue realizado, según lo especificado en la Normativa ASTM D248.

El primer pozo se cavó como parte de la investigación de campo, que se realizó estratégicamente cerca del sitio del edificio previsto. Se tomaron muestras representativas a lo largo de la excavación para definir el perfil estratigráfico del área a través de la identificación manual y visual del suelo. Estas muestras fueron rápidamente identificadas y transportadas al laboratorio de KAOLYN INGENIEROS S.A. C.

Se han realizado pruebas estándar en las muestras extraídas para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de cimentación y para clasificar el suelo.

Siguiendo las pautas de la ASTM (Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales), se realizaron las pruebas. Estas pruebas deben cumplir con los siguientes criterios:

- Análisis granulométrico ASTM D422
- Porcentaje de humedad ASTM D2216
- Densidad ASTM D2937
- Clasificación de suelos SUCS ASTM D2487
- Estados de consistencia: ASTM D4318

El perfil del suelo descubierto se asemeja a un perfil tipo S3, que es típico de los suelos blandos. La nueva norma sismorresistente (NTE E-030) aprobada por Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA, modificada mediante Decreto Supremo No. Se recomienda que los apoyos de la estructura se diseñen con su propio estudio de cimentación (un estudio por estructura), teniendo en cuenta el factor de según el Nuevo Mapa Sísmico del Perú. 003-2016-VIVIENDA.

Con la posibilidad de que se presenten sismos de alta intensidad, se determina que la zona de estudio se ubica en zona de sismicidad (Zona 3). En la escala Mercalli Modificada, nivel VIII.

Se recomienda adoptar en los diseños sismorresistentes parámetros que permitan el cálculo de los esfuerzos horizontales de acuerdo con la relación, de acuerdo con la nueva Norma Técnica NTE E-030 y la dominancia del suelo bajo la cimentación:

Calicatas

Se presentan la ubicación de las calicatas para los estudios realizados en laboratorio.

Tabla 3. *Clasificación de las calicatas*

| CALICATA | Unidad |
|-----------------|---------------|
| 01 | C-1 |
| 02 | C-2 |
| 03 | C-3 |
| 04 | C-4 |
| 05 | C-5 |

| | |
|----|-----|
| 06 | C-6 |
| 07 | C-7 |
| 08 | C-8 |
| 09 | C-9 |

Ensayos estándar

Dentro del análisis es necesario indicar los ensayos realizados a cada muestra de la calicata

- ASTM-D422
- ASTM-D423
- ASTM-D424
- ASTM-D2216
- ASTM-D2487
- ASTM D-3080

Clasificación de los suelos

Se muestra

Tabla 4. *Clasificación SUCS*

| CALICATA | SUCS |
|----------|------|
| C1 | GC |
| C2 | SM |
| C3 | SM |
| C4 | GC |
| C5 | CH |
| C6 | CH |
| C7 | CH |
| C8 | MH |
| C9 | CH |

Se puede observar en la tabla que se presentan materiales que presentan arcillas como también materiales que superan el límite líquido de 50.00

Tabla 5. *Contenido de humedad y densidad de campo*

| CALICATA | HUMEDAD % | DENSIDAD NATURAL (g/cm ³) |
|----------|-----------|---------------------------------------|
| C1 | 8.3 | 1.65 |
| C2 | 6.7 | 1.8 |
| C3 | 7.7 | 1.75 |
| C4 | 7.9 | 1.65 |
| C5 | 35.5 | 1.65 |
| C6 | 45.5 | 1.65 |
| C7 | 37.6 | 1.65 |
| C8 | 42.7 | 1.65 |
| C9 | 35.1 | 1.65 |

Se puede observar en la tabla que el contenido de humedad se puede observar que existen valores elevados como de 42.50% y 42.70% por lo que nos muestran

Tabla 6. Límites de Atterberg

| CALICATA | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLÁSTICO | ÍNDICE DE PLASTICIDAD |
|----------|----------------|-----------------|-----------------------|
| C1 | 22.7 | 15 | 8 |
| C2 | N.P | N.P | N.P |
| C3 | 31.61 | 23.51 | 8 |
| C4 | 22.3 | 15 | 7 |
| C5 | 56.7 | 28 | 29 |
| C6 | 55.99 | 23.53 | 32 |
| C7 | 53.48 | 24.51 | 29 |
| C8 | 55.9 | 34.6 | 21 |
| C9 | 54.12 | 19.35 | 35 |

Se observa que existen muestras en toda la extensión que no presenten límites de Atterberg y el limite liquido supera los 50.00, por lo que tenemos materiales altamente plásticos.

Objetivo específico 1: Establecer el ángulo de fricción interna y cohesión con corte directo y correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca.

Tabla 7. Angulo de fricción por corte directo

| SUCS | ÁNGULO DE FRICCIÓN (grados) | COHESIÓN (KG/CM2) |
|------|-----------------------------|-------------------|
| GC | 22.00 | 1.88 |
| SM | 25.00 | 0.05 |
| SM | 25.00 | 0.07 |
| GC | 22.00 | 1.80 |
| CH | 18.00 | 0.02 |
| CH | 22.00 | 0.02 |
| CH | 21.00 | 0.02 |
| MH | 20.00 | 0.01 |
| CH | 18.00 | 0.70 |

Los valores de ángulo de fricción hallada a partir del corte directo nos muestran que, si existe una diferenciación con respecto al tipo de suelo, pero la variación entre los mismos no supera en 3, por lo que el tipo de suelo no es determinante para el ángulo de fricción, ni cohesión.

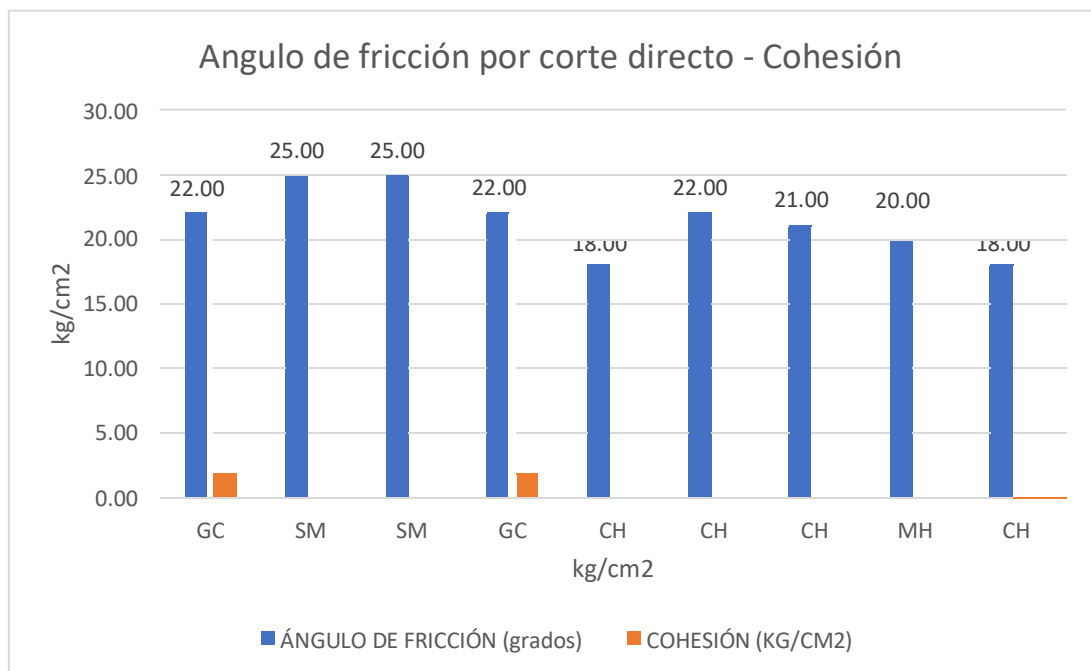


Figura 1. Angulo de fricción y cohesión por corte directo.

Se puede observar que los valores de Angulo de fricción interna entre el tipo de material si son valores cercanos, pero cuando varía el tipo de material también se hace notar la variación.

Tabla 8. *Angulo de fricción por correlación*

| SUCS | ÁNGULO DE FRICCIÓN (grados) | COHESIÓN (KG/CM2) |
|------|-----------------------------|-------------------|
| GC | 28.00 | 2.10 |
| SM | 33.00 | 0.10 |
| SM | 31.00 | 0.12 |
| GC | 28.00 | 2.10 |
| CH | 23.40 | 0.05 |
| CH | 24.60 | 0.05 |
| CH | 24.30 | 0.02 |
| MH | 24.00 | 0.01 |
| CH | 18.50 | 0.90 |

Se puede observar que en el ángulo de fricción interna hallada con la correlación de estudios si existe un incremento y también en la cohesión con respecto a los valores obtenidos con corte directo.

Tabla 9. *Diferencia del ángulo de fricción interna*

| Calicata | Corte directo | Correlación | Diferencia |
|----------|---------------|-------------|------------|
| C1 | 22.00 | 28.00 | 6.00 |
| C2 | 25.00 | 33.00 | 8.00 |
| C3 | 25.00 | 31.00 | 6.00 |
| C4 | 22.00 | 28.00 | 6.00 |
| C5 | 18.00 | 23.40 | 5.40 |
| C6 | 22.00 | 24.60 | 2.60 |
| C7 | 21.00 | 24.30 | 3.30 |
| C8 | 20.00 | 24.00 | 4.00 |
| C9 | 18.00 | 18.50 | 0.50 |

Se puede observar que la variación de los ángulos no es tan significativa puesto que existe una variación máximo de 8.00 y mínima de 0.50.

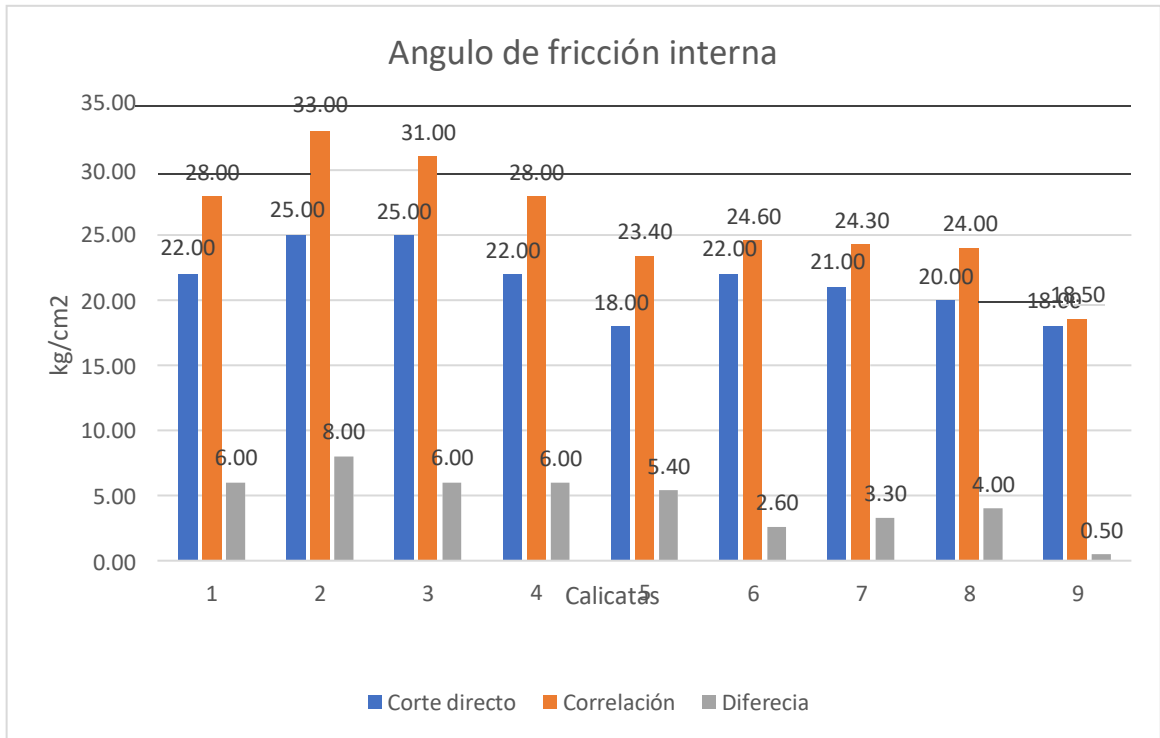


Figura 2. Angulo de fricción interna por correlación de estudios.

En la figura se puede observar que la diferencia del ángulo de fricción varía según el tipo de material para muestras con materiales del mismo tipo la diferencia entre ellas es mínima de uno o dos grados en cambio siendo otro material varían hasta en 8 grados.

Objetivo específico 2: Determinar la capacidad de carga con los métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof.

Tabla 10. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con corte directo

| CALICATA | TERZAGHI (kg/cm ²) | MEYERHOF (kg/cm ²) | VARIACIÓN (kg/cm ²) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| C1 | 0.88 | 1.83 | 0.95 |
| C2 | 0.72 | 1.49 | 0.78 |
| C3 | 0.60 | 1.24 | 0.64 |
| C4 | 0.88 | 1.83 | 0.95 |
| C5 | 0.55 | 1.15 | 0.59 |
| C6 | 0.68 | 1.41 | 0.73 |
| C7 | 0.66 | 1.37 | 0.71 |
| C8 | 0.65 | 1.34 | 0.70 |
| C9 | 0.72 | 1.49 | 0.78 |

En la tabla se observa que la capacidad portante con Terzagui es menor que con Meyerhof, además que los valores de Terzaghi no llegan a 1 y los valores de Meyerhof superan en 1.5 kg/cm², teniendo variaciones hasta de 0.91 kg/cm².

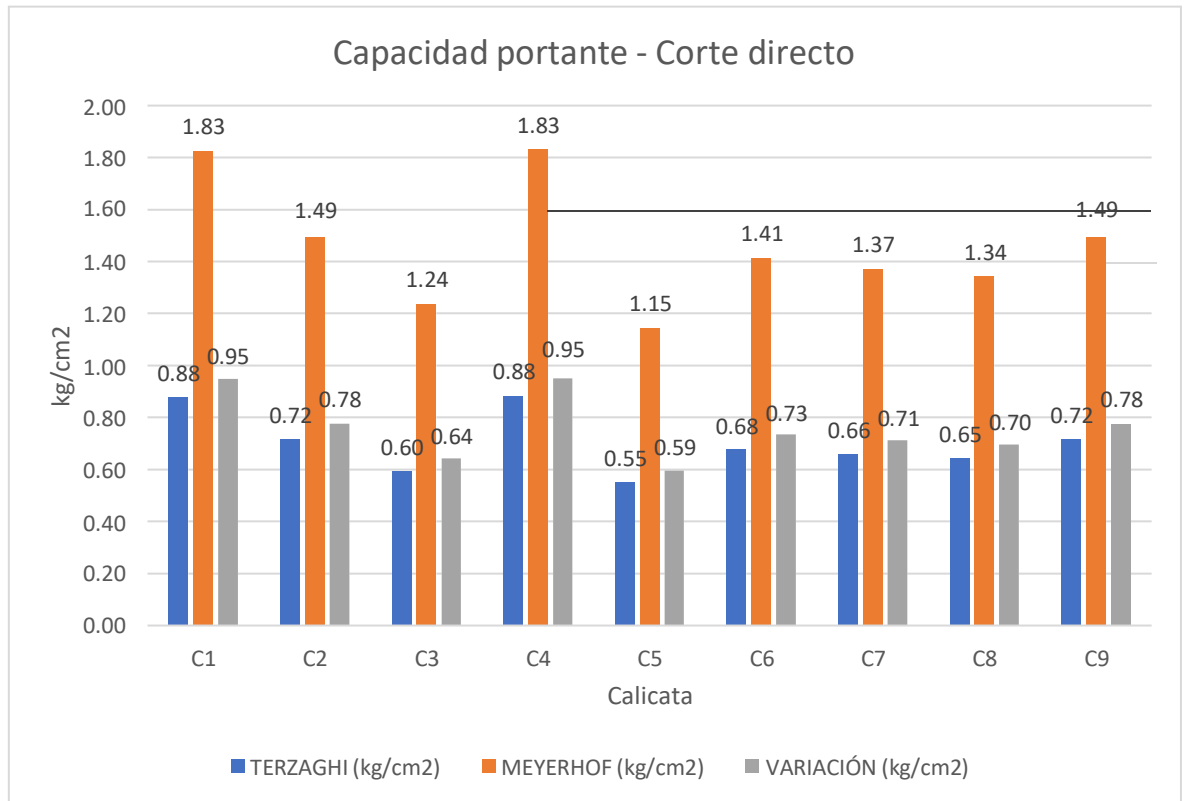


Figura 3. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con corte directo.

En la figura se observa que los valores de Terzaghi en la capacidad portante son mucho menores que con Meyerhof, incluso la capacidad portante con Meyerhof en algunos casos llega a ser el doble que Terzaghi.

Tabla 11. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con correlación

| CALICATA | TERZAGHI (kg/cm ²) | MEYERHOF (kg/cm ²) | VARIACIÓN (kg/cm ²) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| C1 | 1.12 | 2.34 | 1.02 |
| C2 | 0.95 | 1.98 | 1.16 |
| C3 | 0.74 | 1.54 | 1.08 |
| C4 | 1.12 | 2.34 | 1.14 |
| C5 | 0.72 | 1.50 | 1.05 |
| C6 | 0.76 | 1.59 | 1.21 |
| C7 | 0.76 | 1.59 | 1.06 |
| C8 | 0.77 | 1.62 | 1.07 |
| C9 | 0.74 | 1.54 | 1.08 |

En la tabla se observa que la capacidad portante con Terzagui es menor que con Meyerhof, además que los valores de Terzagui en algunos casos superan el valor de 1.00 y los valores de Meyerhof superan los valores de 2.00 kg/cm², teniendo variaciones hasta de 1.21 kg/cm².

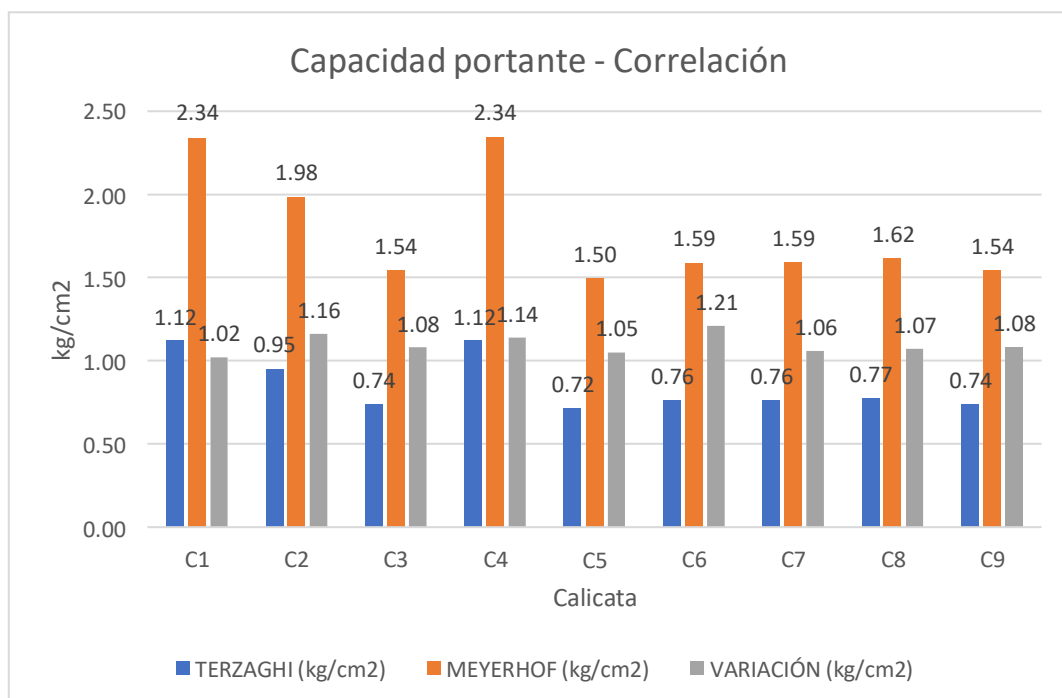


Figura 4. Capacidad portante por Terzagui y Meyerhof con correlación

En la figura se observa que los valores de Terzagui en la capacidad portante son mucho menores que con Meyerhof teniendo valores hasta de 2.34 kg/cm² y con

Terzagui son incluso menor a la mitad que Meyerhof con 1.12 kg/cm²; observando que su variación es significativa por lo que alcanzan valores de Terzagui solo en la variación.

Objetivo específico 3: Hallar la diferencia de la capacidad portante y carga ultima a través del ensayo de corte directo y correlación de estudios en el sector el Columbito-Cajamarca.

Tabla 12. Carga ultima corte directo

| CALICATA | TERZAGHI (kg/cm ²) | MEYERHOF (kg/cm ²) | VARIACIÓN (kg/cm ²) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| C1 | 2.64 | 5.48 | 2.85 |
| C2 | 2.15 | 4.48 | 2.33 |
| C3 | 1.79 | 3.71 | 1.93 |
| C4 | 2.64 | 5.49 | 2.85 |
| C5 | 1.65 | 3.44 | 1.78 |
| C6 | 2.04 | 4.24 | 2.20 |
| C7 | 1.98 | 4.11 | 2.14 |
| C8 | 1.94 | 4.02 | 2.09 |
| C9 | 2.15 | 4.48 | 2.33 |

En la tabla los valores de esfuerzo que puede soportar considerando a Terzagui llegan hasta 2.76 kg/cm² y en Meyerhof hasta 5.71 kg/cm².

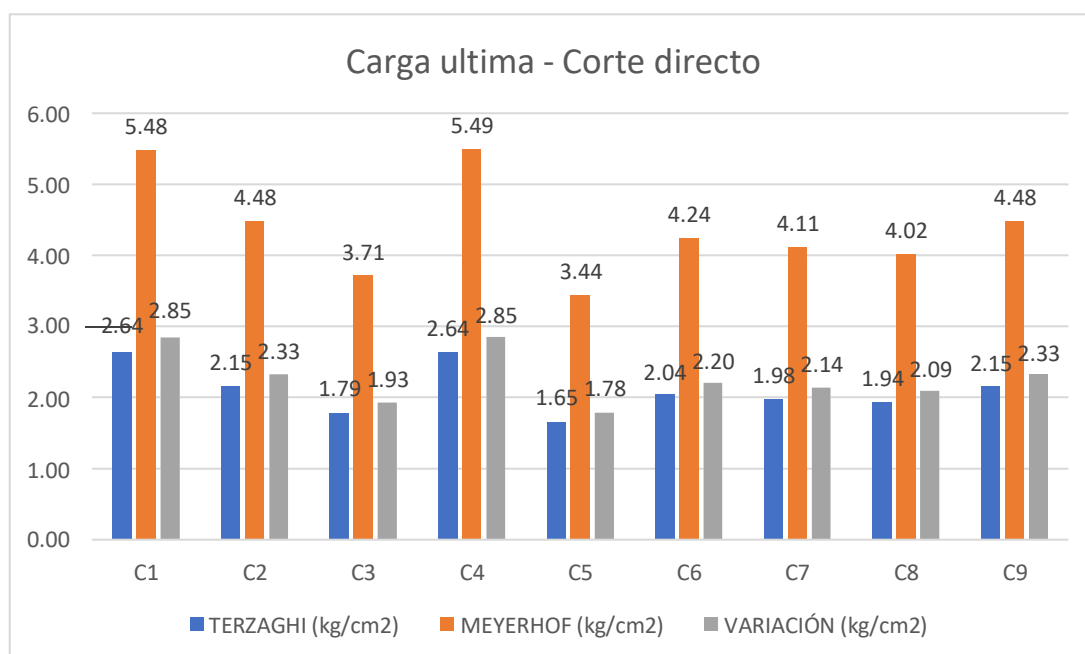


Figura 5. Carga ultima por Terzagui y Meyerhof con Corte directo

La figura nos muestra que todos los valores de la carga ultima con Meyerhof son superiores a Terzaghi.

Tabla 13. Carga ultima correlación

| CALICATA | TERZAGHI (kg/cm ²) | MEYERHOF (kg/cm ²) | VARIACIÓN (kg/cm ²) |
|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| C1 | 3.35 | 7.01 | 1.02 |
| C2 | 2.84 | 5.94 | 1.16 |
| C3 | 2.21 | 4.63 | 1.08 |
| C4 | 3.36 | 7.02 | 1.14 |
| C5 | 2.15 | 4.49 | 1.05 |
| C6 | 2.28 | 4.77 | 1.21 |
| C7 | 2.29 | 4.78 | 1.06 |
| C8 | 2.32 | 4.85 | 1.07 |
| C9 | 2.21 | 4.63 | 1.08 |

En la tabla los valores de esfuerzo que pude soportar considerando a Terzaghi llegan hasta 3.35 kg/cm² y en Meyerhof hasta 7.01 kg/cm², obteniendo una variación de 1.02 kg/cm².

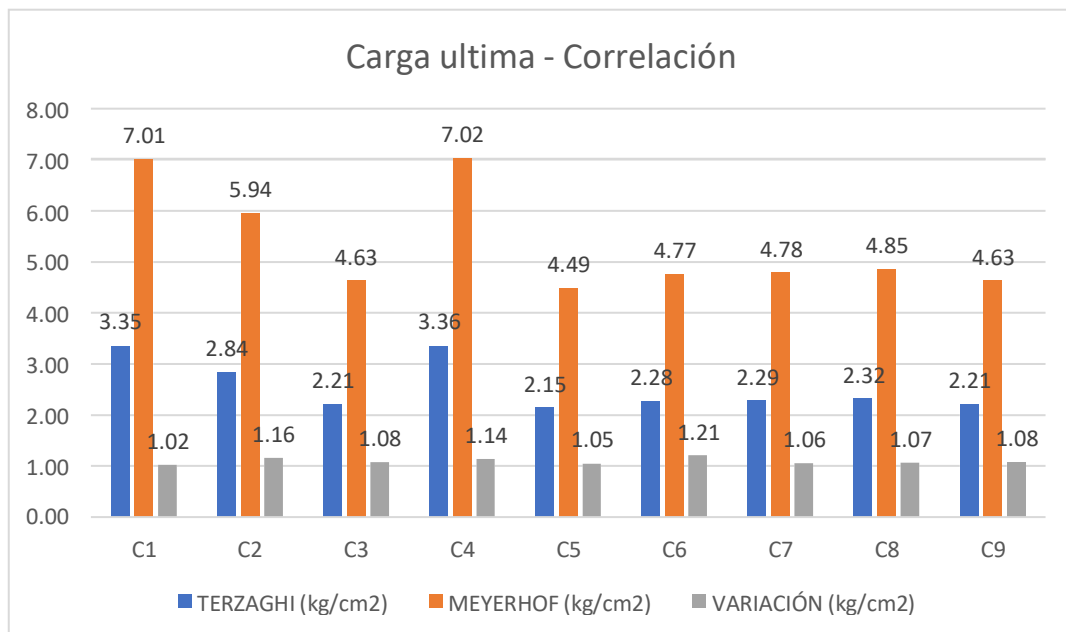


Figura 6. Carga ultima por Terzagui y Meyerhof con Correlación

La figura nos muestra que todos los valores de la carga ultima con Meyerhof son superiores a Terzaghi.

Objetivo General: Hallar la diferencia de la capacidad portante y carga ultima a través del ensayo de corte directo y correlación de estudios en el sector el Columbito-Cajamarca.

Tabla 14. *Variación de capacidad portante entre Terzagui y Correlación*

| VARIACIÓN – CORTE DIRECTO (kg/cm ²) | VARIACIÓN – CORRELACIÓN (kg/cm ²) |
|---|---|
| 0.95 | 1.02 |
| 0.78 | 1.16 |
| 0.64 | 1.08 |
| 0.95 | 1.14 |
| 0.59 | 1.05 |
| 0.73 | 1.21 |
| 0.71 | 1.06 |
| 0.70 | 1.07 |
| 0.78 | 1.08 |

Se presenta que la variación con corte directo en Terzaghi y Meyerhof es de 0.95 kg/cm² y en correlación de estudios se observa que es de 1.16 kg/cm².

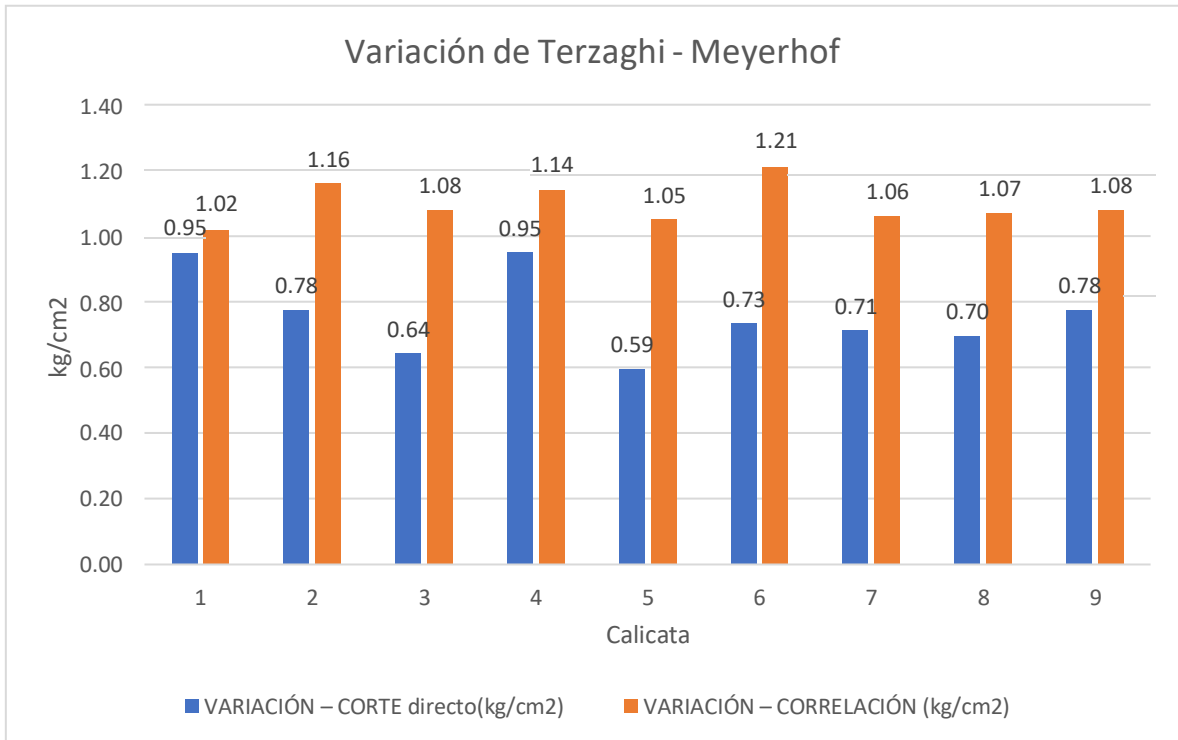


Figura 7. Variación de capacidad portante con corte directo y correlación

La figura nos muestra que la variación entre el ensayo a utilizar nos da valores muy elevados dado que incluso superan los valores obtenidos en la capacidad portante de Terzagui.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

Para Jaramillo (2019), “Determinar la capacidad de carga y admisible del suelo con fines de cimentaciones cumpliendo requisitos de seguridad estabilidad”, en esta investigación se ha observado que el cálculo del ángulo de fricción interna varía según el método de análisis o diseño, por lo que la determinación de la capacidad portante y admisible varía dependiendo del método y el ensayo a utilizar.

Para Lopez (2019), menciona que existen estudios mínimos en geotecnia por lo que es necesario establecer que tipo de estudio se debe de realizar según ala estructura a edificar, para esta investigación se obtuvo que existe una diferencia según el tipo de ensayo a utilizar y según la ecuación a utilizar, se obtienen diferentes valores.

Para Maldonado (2021), dentro de los estudios para el análisis del suelo propone que los más utilizados son análisis granulométrico, STP, SPTU, entre otros; para esta investigación se ha observado que existe una variación según el estudio que se realiza al tipo de suelos.

En la investigación de Cárdenas y Moreno (2022), estableció que con la prueba de cuatro electrodos de Wenner (ASTM G57-01I), las pruebas de compactación Proctor modificadas (ASTM D 1557-12), corte directo consolidado (CU) sin drenaje para suelos cohesivos (ASTM 6528-17), resistencia a la compresión no confinada (ASTM D2166 -16), y el ensayo de compactación Proctor modificada (ASTM D 2166-16), obteniendo como resultado que la resistencia al corte (ángulo de fricción interna) aumenta pero la cohesión disminuye, para esta investigación en el ensayo de corte directo se han obtenido valores de ángulo de fricción interna hasta 22° y con una cohesión de 1.80 kg/cm² y con la correlación de estudios valores de 28° y con una cohesión de 2.10 kg/cm², mostrando que depende mucho del tipo de ensayo que vamos a utilizar para determinar estos parámetros.

Discusión 2:

En el artículo presentado por Zambrano y Ortiz (2021), establece que la resistencia al corte del suelo varía en 1 kg/cm^2 con los ensayos de corte directo (CD) y SPT (Penetración Estándar) en los tipos de suelos CL, ML y MH, en la clasificación SUCS teniendo una resistencia inferior a 1 kg/cm^2 , para esta investigación se presentan los suelos GC, SM, GC, CH Y MH obteniendo con corte directo como valor máximo 0.88 kg/cm^2 menor a 1 kg/cm^2 y con correlación de estudios se obtienen valores máximos 1.12 kg/cm^2 , observando que dependiendo del tipo de método obtendremos una capacidad portante en Terzagui y para Meyerhof los valores superan el 1.00 kg/cm^2 .

En la investigación de Barahona y Chamaya (2023), calculando la capacidad portante con corte directo y triaxial en un suelo los valores de cohesión son menores a 0.24 kg/cm^2 y 21° en el ángulo de fricción menor a 21 , por lo que el triaxial arroja valores menores al corte directo, para esta investigación en el corte directo hemos obtenido menores valores que con la correlación de estudios en la capacidad portante hasta en 0.98 kg/cm^2 .

Para (Picón y Ruiz), menciona que a partir de la exactitud del ángulo de fricción y la cohesión depende las ecuaciones analíticas como la de Terzaghi y Meyerhof, en las cuales se aplican estos datos y a partir de ellos calcular los valores de N_c , N_y y N_q ; los cuales nos permiten calcular la carga última y a partir de estos parámetros observamos que cambia la carga última y la capacidad portante.

Asimismo, Atencio y Angulo (2020), calculo la capacidad portante con el ensayo de corte directo obteniendo una carga admisible o última de 3.16 kg/cm^2 a una profundidad de 1.00 m , 4.23 kg/cm^2 a 1.50 m y 5.29 kg/cm^2 a 2.00 m , para esta investigación la calicata a sido realizada a 3.00 m y se ha obtenido una carga admisible con corte directo en Terzaghi de 3.35 kg/cm^2 y Meyerhof 7.01 kg/cm^2 , con una variación 1.02 kg/cm^2 .

Discusión 3:

En la tesis de Vásquez (2023), con los ensayos de corte directo se encontró valores de capacidad de carga desde 0.56 kg/cm² a 0.65 kg/cm² y con la prueba de penetración estándar (SPT) los valores de dicha capacidad se encontraron de 0.88 kg/cm² a 0.98 kg/cm, para esta investigación se ha obtenido que con corte directo con la ecuación de Terzagui es menor que Meyerhof teniendo una variación de 0.95 kg/cm² con la correlación de estudios y con corte directo es de 0.91 kg/cm² y la carga ultima con Terzaghi es menor con Meyerhof hasta en 3.63 kg/cm² con correlación de estudios y con corte directo es de 2.95 kg/cm².

Para López y Torres (2021), obtiene en su investigación obteniendo Con una resistencia al esfuerzo de corte (Corte Directo - CD) de 0.169 kg/cm² en su estado natural, 0.011 kg/cm² con la adición de 30% de arena y 0.678 kg/cm² con la adición de 5% de cemento, el suelo natural combinado con arena también tiene mayor presión admisible y capacidad portante que el suelo natural (suelo arcilloso), con $q_d = 26$ punto 16 tn/cm² y; para esta investigación se ha obtenido con corte directo una capacitada portante máxima de 0.88 kg/cm² y una carga ultima de 3.35 kg/cm².

Discusión 4:

En la investigación de zambrano (2021) ha encontrado que la capacidad portante es menor a 1kg/cm² calculando con los ensayos de corte directo y SPT; para esta investigación la diferencia de valores es según el método de análisis y el ensayo mostrando que con corte directo la variación es desde 0.75 a 0.95 kg/cm² y con correlación de estudios aumenta con valores de 1.05 a 1.16 kg/cm².

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: Se determino el tipo de suelo existente en el sector el Columbito es de GC, SM, CH y MH, con ángulos de fricción interna y cohesiones diferentes siendo los mayores valores en corte directo GC con 22° y 1.88 kg/cm^2 ; para correlación de estudios 28° y cohesión de 2.10 kg/cm^2 ; con una capacidad portante en corte directo con Terzaghi de 0.88 kg/cm^2 y Meyerhof de 1.83 kg/cm^2 con una variación de 0.95 kg/cm^2 ; para correlación de estudios en Terzaghi con 1.12 kg/cm^2 y Meyerhof con 2.34 kg/cm^2 con una variación de 1.02 kg/cm^2 .

Conclusión 2: Para el corte directo el ángulo de fricción interna se tiene valores desde 18.50° hasta 22.00° , con una cohesión de 0.70 y 1.88 kg/cm^2 ; para la correlación de estudios se ha obtenido valores desde 18.50° hasta 33.00° con una cohesión de 0.90 y 0.10 kg/cm^2

Conclusión 3: Determino que con corte directo la capacidad portante con Terzaghi se tiene valores desde 0.55 hasta 0.88 kg/cm^2 y con la ecuación de Meyerhof se obtienen valores de 1.24 kg/cm^2 hasta 1.83 kg/cm^2 y para la correlación de datos la capacidad portante Terzaghi con valores desde 0.76 kg/cm^2 hasta 1.12 kg/cm^2 y con Meyerhof valores desde 1.50 kg/cm^2 hasta 2.34 kg/cm^2 .

Conclusión 4: La capacidad portante con Terzagui es menor que con Meyerhof varia hasta en 1.21 kg/cm^2 con la correlación de estudios y con corte directo es de 0.91 kg/cm^2 y la carga ultima con Terzaghi es menor con Meyerhof hasta en 3.63 kg/cm^2 con correlación de estudios y con corte directo es de 2.95 kg/cm^2 .

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Se ha observado que con el tipo de ensayo para obtener ya tenemos una variación de la capacidad portante y otra variación también se da con el tipo de método que lo calculamos por lo que la opción más segura es Terzaghi con el corte directo.

Recomendación 2:

La fricción interna y la cohesión son valores que dependerán del método o el ensayo a realizar en esta investigación se ha demostrado que menores valores son con el corte directo y según el tipo de material.

Recomendación 3:

La capacidad portante por Terzaghi y Meyerhof se encuentran determinadas por el ángulo de fricción interna y la cohesión lo que hace muy importante la selección del ensayo que nos ayudara a determinar ese valor, porque en esta investigación se ha demostrado que menores valores obtenemos con corte directo.

Recomendación 4:

La diferencia entre la capacidad portante y la carga ultima según los métodos de Terzaghi y Meyerhof, son notables se observan valores en diferencia de hasta 1.20 kg/cm² lo que significa 120 tn de capacidad, siendo valores exagerados para la zona donde se desarrolla el proyecto.

REFERENCIAS

ALMEIDA RODRÍGUEZ, Nancy Gardenia; VARGAS BENAVIDES, Bryan André. *Comparación de la capacidad portante de pilotes fundidos In Situ, utilizando pruebas de carga y metodologías de cálculo basados en los ensayos de SPT y CPT*. 2020. Tesis de Licenciatura.

ÁLVAREZ-RISCO, Aldo. Clasificación de las investigaciones. 2020.

APAZA MAQUERA, Jhon Angel. Evaluación de la estabilidad del talud de corte ejecutado en la carretera nacional PE-38A km 33+ 500 departamento de Puno– 2021. 2021.

ARBAIZA FERMINI, Lydia. *Cómo elaborar una tesis de grado*. Perú: Universidad ESAN ediciones, 2014.

ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. *Enfoques Consulting EIRL*, 2021, vol. 1, p. 66-78.

ARIAS ODÓN, Fidias G. Mitos y errores en la elaboración de tesis y proyectos de investigación. 2019.

ARONÉS VILLAVICENCIO, Álvaro Paulo; CORTÉS ANDERSON, Carlos Víctor. Evaluación estructural del puente Huaracane con las Especificaciones de Diseño de Puentes AASHTO LRFD 2012 y Norma Técnica Peruana Sismorresistente E. 030 2016. 2018.

ASTM D3080 , Standard Test Method for Direct Shear Test of Soil Under Consolidated Drained Conditions - Método de prueba estándar para corte directo de suelo bajo condiciones de drenaje consolidadas, 2011

Barahona Morante, A. E., & Chamaya Peregrino, A. N. (2023). Comparación de los parámetros de resistencia al corte determinados por los ensayos geotécnicos de corte directo y triaxial en el suelo de la futura habilitación urbana Fundo Los Mangos en el distrito de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

BARRERA CONDORI, José Manuel; HUANCAHUARI MUÑOZ, Ellery Carlo. Diseño hidráulico con propuesta innovativa para el control de sedimentos del canal Ccochaq-Huayllay tramo II en Vinchos, Ayacucho 2022. 2022.

BEDOYA, Victor Hugo Fernández. Tipos de justificación en la investigación científica. *Espíritu emprendedor TES*, 2020, vol. 4, no 3, p. 65-76.

BELTRÁN CUEVA, Jimmy Rolly; DÍAZ VARGAS, Diego Armando. Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del complejo arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático. 2018.

BORRERO ROBLEDO, Frank Manuel; HURTADO QUISPE, Luis Andres. Centro de investigación, conservación y difusión del patrimonio arqueológico para mitigar el desasimio cultural en el santuario histórico Bosque de

Pómac. 2020.

CÁCERES CÁRDENAS, Luis Alberto; ESLAVA MORENO, Karen Inés; ÁLVAREZ VEGA, Edwin Ricardo. Efecto de la aplicación de cáñamo en las propiedades de resistencia y resistividad de una arcilla. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 2022, vol. 14, no 3, p. 8-23.

CARRILLO JIMÉNEZ, José Brayan. Análisis comparativo del bulbo de presiones con prueba de penetración dinámica súper pesada (DPSH) y el ensayo de penetración estándar (SPT). 2018.

CATALINA, MARTÍNEZ MEDIANO; ARTURO, GALÁN GONZÁLEZ. *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. Editorial UNED, 2014.

CHILITO PIAMBA, Eduardo Andrés. Participación comunitaria, gobernanza y gobernabilidad. Experiencias de construcción de paz en el departamento del Cauca, Colombia, y su aporte al posconflicto, el caso del corregimiento de Lerma. *Estudios Políticos*, 2018, no 53, p. 51-72.

CORRAL, Yadira. Validez y confiabilidad de los instrumentos para la recolección de datos. *Revista ciencias de la educación*, 2009, no 33, p. 228-247.

CRISANTO ALBERCA, Jhefferson Jair. Capacidades admisibles de los suelos mediante análisis granulométrico para cimentaciones superficiales en la ciudad de Piura. 2020. 2020.

DIAZ MAYANGA, Cesar Oswaldo. Empleo de tecnologías de cimentación profunda en el mejoramiento de la capacidad portante del suelo, para edificaciones hospitalarias, Huancavelica, 2020. 2022.

E.030, Diseño Sismo resistente, Reglamento nacional de edificaciones, 2018.

E.050 – Normativa técnica de suelos y cimentaciones, Reglamento nacional de edificaciones, 2018

ESPINOZA-PAJUELO, Luis Ángel, et al. El nivel de investigación relacional en las ciencias sociales. *Acta jurídica peruana*, 2020, vol. 3, no 2, p. 93-111.

GONZALES, José Luis Arias. Proyecto de tesis. *Guía para la elaboración*, 2020.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana, 2018.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R.; FERNÁNDEZ-COLLADO, C.; BAPTISTA-LUCIO, P. Desarrollo de la perspectiva teórica: revisión de la literatura y construcción del marco teórico. 2017.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, Roberto; MENDOZA, Christian. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mcgraw-hill, 2020.

LESCANO, DR C. ING XAVIER BRIOSO; DE, PUCP COORDINADOR GENERAL DEL DIPLOMADO. Título de la ponencia: aplicación y compatibilización de la norma g. 050 seguridad durante la construcción.

MAMANI SONCCO, Randolf. Comparación del método de la prueba estándar de penetración (SPT) y corte directo para fines de cimentación en edificaciones en el APV Jilayhua del distrito de Yanaoca, provincia de Canas, departamento Cusco. 2022.

MARTÍNEZ, Angelita. Seminario de tesis. *Metodología de la investigación lingüística: el enfoque etnopragmático*. En EN de Arnoux (dir.), *Escritura y producción de conocimiento en las carreras de postgrado*, 2009, p. 259-286.

MONDRAGON ZURITA, Ancelmo Onel. Estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo a través del ensayo SPT, elementos finitos y métodos analíticos de Terzaghi Y Meyerhof 2022. 2022.

MONTES CALDERÓN, Kevin Mabeyker; PAREDES JULCA, Iván. Análisis de la vulnerabilidad geotécnica-sísmica en edificaciones del casco urbano, distrito de La Unión-departamento de Piura-provincia de Piura. 2019.

NTP 339.171, Norma Técnica Peruana - Suelos - Ensayo de corte directo - Método de ensayo, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016

NTP-700.001, Norma Técnica Peruana - Suelos – Norma técnica de Procedimiento de Muestra - Método de ensayo, Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016

OLMEDO LOPEZ, Joseph Orlando. Influencia del estudio geotécnico en el diseño de cimentaciones superficiales para viviendas del programa familiar Profam-Santa Rosa 2019. 2020.

PAITÁN, Humberto Ñaupas, et al. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U, 2014.

PICÓN, Darío; MELIAN, Yanina Alejandra. La unidad de análisis en la problemática enseñanza-aprendizaje. *Informes Científicos Técnicos-UNPA*, 2014, vol. 6, no 3, p. 101-117.

PINEDA LOZANO, Angela Marcela, et al. Revisión de las tendencias investigativas acerca de la respuesta mecánica de suelos estabilizados con biopolímeros. 2021.

RAMOS JAUREGUI, Bryan Leonardi; ROSSO COCHACHIN, David Ernesto. Mejoramiento de suelos arenosos para cimentaciones superficiales empleando residuos de construcción y demoliciones (RCD) en el distrito de Ancón, Lima. 2023.

SAAVEDRA, Manuel S. *Elaboración de tesis profesionales*. Editorial Pax México, 2004.

SALDAÑA, Jully Pahola Calderón; DE LOS GODOS, Luis Alzamora. Diseños de investigación para tesis de posgrado. *Revista peruana de psicología y trabajo social*, 2019, vol. 7, no 2, p. 71-76.

SILVESTRE MIRAYA, Irenzon; HUAMÁN NAHULA, Cecilia. Pasos para elaborar la investigación y la redacción de la tesis universitaria. 2019.

VÁSQUEZ ENEQUE, Lizz Katherine. Análisis Comparativo entre la Capacidad Portante Determinada con el Ensayo de Corte Directo y El ensayo de Penetración Estándar, del Suelo para el Proyecto Sistema de Saneamiento Rural en el Distrito de Jesús-Cajamarca. 2023.

Zambrano-Rendón, V. A., Ortiz-Hernández, E. H., & Alcívar-Moreira, W. S. (2021). Caracterización geotécnica de los suelos de la ciudad de Calceta en la provincia de Manabí. *Polo Del Conocimiento*, 6(8), 77–90.

ANEXOS

ANEXOS 1. Matriz de consistencia

Anexo 1. Matriz de consistencia

Determinación de la capacidad portante mediante métodos analíticos utilizando el ensayo de corte directo y correlación de estudios, Columbito, Cajamarca, 2023

Autor: Aguilar Pilco, Ana María

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos | Metodología |
|--|--|--|---|--|---|-------------------------|--|
| Problema General | Objetivo general | Hipótesis general. | Variable independiente | | | | Tipo de investigación |
| ¿La capacidad portante mediante métodos analíticos a través del ensayo de corte directo son más precisos que con la correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca, 2023? | Determinar la capacidad portante mediante métodos analíticos a través del ensayo de corte directo y correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca. | • La capacidad portante mediante métodos analíticos a través del ensayo de corte directo es menor que con la correlación de estudios en el Columbito-Cajamarca, 2023 | Corte directo y correlación de estudios | Corte directo Cohesión Angulo de fricción interna | kg/cm kg/cm ² kg/cm ² | Equipo de corte directo | Aplicada Enfoque de la investigación Cuantitativo |
| Problemas específicos | Objetivos específicos | Hipótesis específicas. | Variable independiente | | | | Diseño de la investigación |
| •La capacidad portante con el ángulo de fricción interna y cohesión a par- | •Establecer el ángulo de fricción interna y cohesión con correla- | •El ángulo de fricción interna y cohesión con correlación de estudios es mayor que | Capacidad portante me- | Tipo de suelo | SUCS | Método Analítico | No experimental transversal Descriptivo simple |

| | | | | | | | |
|--|---|--|--|------------------------|--------------------------|------------------------------|--|
| <p>tir de la relación de estudios es mayor que con el corte directo.</p> <ul style="list-style-type: none"> •La capacidad de carga última del suelo mediante los métodos de | <p>ción de estudios en el Columbito-Cajamarca.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Determinar la capacidad portante con los métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof. | <p>con corte directo en el Columbito-Cajamarca.</p> <ul style="list-style-type: none"> •La capacidad portante con los métodos analíticos de Terzaghi y Meyerhof varía según el ángulo de fricción y | <p>diante métodos analíticos (Terzaghi – Meyerhof)</p> | <p>Cohesión</p> | <p>kg/cm²</p> | <p>(Terzaghi – Meyerhof)</p> | <p>El nivel de la investigación</p> |
|--|---|--|--|------------------------|--------------------------|------------------------------|--|

| | | | | | |
|--|---|---|--|--------------------------|--|
| <p>Terzaghi y Meyerhof varía según el ensayo de corte directo y la correlación de estudios.</p> <p>•Cuanto es la diferencia de la capacidad portante, carga ultima y carga admisible a partir del corte directo y correlación de estudios.</p> | <p>• Hallar la diferencia de la capacidad portante y carga ultima a través del ensayo de corte directo y correlación de estudios en el sector el Columbito-Cajamarca.</p> | <p>cohesión de los estudios de corte directo y correlación.</p> <p>•La diferencia de la capacidad portante y carga ultima a través del ensayo de corte directo es menor que con la correlación de estudios en el sector el Columbito-Cajamarca.</p> | <p>Angulo de fricción interna</p> | <p>kg/cm²</p> | <p>Aplicada</p> <p>Población: suelos del Paraíso - Cajamarca</p> <p>Muestreo: 9 calicatas - 9 corte directos</p> |
|--|---|---|--|--------------------------|--|

ANEXOS 02. Panel fotográfico



Fotografía 01. Excavación Calicata 03



Fotografía 02. Excavación Calicata 02



Fotografía 03. Excavación Calicata 01



Fotografía 04. Excavación Calicata 04



Fotografía 05. Excavación Calicata 01



Fotografía 06. Excavación Calicata 03

ANEXOS 03. Estudio de mecánica de suelos



Grupo
INGESA

SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS DE INGENIERÍA
ELABORACIÓN DE PERFILES Y EXPEDIENTES TÉCNICOS
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
SERVICIO DE TOPOGRAFÍA Y ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS
GRUPO INGESA S.A.C
JR. PEREA N° 398 CAJAMARCA-CAJAMARCA-CAJAMARCA
R.U.C.:20607144355

CERTIFICADOS DE CALIBRACION

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0423016**
Expediente : N° 0068-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

Página 1 de 3

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC

DIRECCIÓN : JR. MORALES MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Horno de secado (Estufa)
 Marca : ELECTRIC BLOST
 Modelo : 101.4
 Número de serie : RSD0210227
 Espacio de trabajo : 640 Litros
 Ventilación : Natural
 Indicador de temperatura : Digital
 Marca : NUOHAI
 Modelo : XMTE-2100
 Serie : No indica
 Temperatura de trabajo : 110 °C ± 5 °C
 Condición de calibración : Volumen interior parcialmente cargado (35%)
 Procedencia : No indica
 Identificación : No indica
 Ubicación : Campo (***)

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los juicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

 Fecha : 2023-02-20
 Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isotermos con aire como medio termostático. INACAL.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 28.4 | 27.9 |
| Humedad Relativa (%) | 45 | 45 |

6. TRAZABILIDAD

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|---------------------|----------------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL | 0064-TPES-C-2022 |
| METROIL | FLEXÓMETRO | 1AD-0088-2023 |

7. OBSERVACIONES

- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

Sello

Laboratorio de Metrología


CALITEST S.A.C.

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
 JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

CALITEST SAC

 Ing. GIANMARCO ANDRE
 MESTAS/PIZANGO
 CIP: 256285
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-04 Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0423016

Página 2 de 3

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

TABLA N° 01

| Tiempo (min) | Pirómetro (°C) | INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA (°C) | | | | | | | | | | T° Prom. (°C) | Tmax - Tmin (°C) |
|--------------|----------------|---|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|---------------|------------------|
| | | Nivel Inferior | | | | | Nivel Superior | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 0 | 110.0 | 110.6 | 110.7 | 110.5 | 110.9 | 110.6 | 110.6 | 110.4 | 111.0 | 111.0 | 110.5 | 110.7 | 0.6 |
| 2 | 110.0 | 110.1 | 110.7 | 110.9 | 110.3 | 111.0 | 110.2 | 110.4 | 110.2 | 110.4 | 110.2 | 110.4 | 0.9 |
| 4 | 110.0 | 110.9 | 111.0 | 110.3 | 110.9 | 110.8 | 110.5 | 110.4 | 110.4 | 110.5 | 110.5 | 110.6 | 0.7 |
| 6 | 110.0 | 110.6 | 110.4 | 110.6 | 110.7 | 110.6 | 110.9 | 110.7 | 110.5 | 110.2 | 111.0 | 110.6 | 0.8 |
| 8 | 110.0 | 110.5 | 110.0 | 110.5 | 110.9 | 110.9 | 111.0 | 110.4 | 110.9 | 110.4 | 110.4 | 110.6 | 1.0 |
| 10 | 110.0 | 110.1 | 110.9 | 110.5 | 110.1 | 110.2 | 110.4 | 110.4 | 110.9 | 110.1 | 110.5 | 110.4 | 0.8 |
| 12 | 110.0 | 110.6 | 110.3 | 110.4 | 110.4 | 110.6 | 110.5 | 110.3 | 110.5 | 110.1 | 110.3 | 110.4 | 0.5 |
| 14 | 110.0 | 110.2 | 110.0 | 110.3 | 110.1 | 110.3 | 111.0 | 110.3 | 110.5 | 110.3 | 110.8 | 110.4 | 1.0 |
| 16 | 110.0 | 110.6 | 110.1 | 110.5 | 110.8 | 110.9 | 110.8 | 110.9 | 110.9 | 110.9 | 111.0 | 110.7 | 0.9 |
| 18 | 110.0 | 110.5 | 110.7 | 110.8 | 111.0 | 110.7 | 110.8 | 110.2 | 110.6 | 110.2 | 110.0 | 110.6 | 1.0 |
| 20 | 110.0 | 110.8 | 110.4 | 110.0 | 110.7 | 110.3 | 110.7 | 110.1 | 110.4 | 111.0 | 110.5 | 110.5 | 1.0 |
| 22 | 110.0 | 110.1 | 110.6 | 110.9 | 110.6 | 110.3 | 110.2 | 110.9 | 110.8 | 110.7 | 110.2 | 110.5 | 0.8 |
| 24 | 110.0 | 110.2 | 110.0 | 110.4 | 110.4 | 110.1 | 110.5 | 110.8 | 110.2 | 110.4 | 110.7 | 110.4 | 0.8 |
| 26 | 110.0 | 110.5 | 110.1 | 111.0 | 110.3 | 110.8 | 110.8 | 110.6 | 110.8 | 110.5 | 110.2 | 110.6 | 0.9 |
| 28 | 110.0 | 110.9 | 110.8 | 110.0 | 110.9 | 110.0 | 110.9 | 110.4 | 110.8 | 110.6 | 110.2 | 110.6 | 0.9 |
| 30 | 110.0 | 110.7 | 110.6 | 111.0 | 110.5 | 110.8 | 110.7 | 110.3 | 110.7 | 110.1 | 110.8 | 110.6 | 0.9 |
| 32 | 110.0 | 110.2 | 110.3 | 110.5 | 110.5 | 110.6 | 111.0 | 111.0 | 110.5 | 110.8 | 110.5 | 110.6 | 0.8 |
| 34 | 110.0 | 110.3 | 110.6 | 110.9 | 110.9 | 110.6 | 110.6 | 111.0 | 110.1 | 110.3 | 110.2 | 110.6 | 0.9 |
| 36 | 110.0 | 110.1 | 110.3 | 111.0 | 110.7 | 110.5 | 110.1 | 111.0 | 110.4 | 110.1 | 110.2 | 110.4 | 0.9 |
| 38 | 110.0 | 111.0 | 110.9 | 110.9 | 110.8 | 110.5 | 111.0 | 110.4 | 110.9 | 110.5 | 110.2 | 110.7 | 0.8 |
| 40 | 110.0 | 110.0 | 110.6 | 110.0 | 110.0 | 110.8 | 110.0 | 110.6 | 110.4 | 110.9 | 110.9 | 110.4 | 0.9 |
| 42 | 110.0 | 110.5 | 110.9 | 110.3 | 110.7 | 110.2 | 110.5 | 110.0 | 110.4 | 110.8 | 110.1 | 110.4 | 0.9 |
| 44 | 110.0 | 110.1 | 110.9 | 110.9 | 110.1 | 110.2 | 110.5 | 110.7 | 110.6 | 110.6 | 110.9 | 110.6 | 0.8 |
| 46 | 110.0 | 110.5 | 110.1 | 111.0 | 110.0 | 110.3 | 110.1 | 110.7 | 110.7 | 110.7 | 110.0 | 110.4 | 1.0 |
| 48 | 110.0 | 110.3 | 110.3 | 110.5 | 110.5 | 110.2 | 110.1 | 110.3 | 110.3 | 110.3 | 110.4 | 110.3 | 0.4 |
| 50 | 110.0 | 110.4 | 110.1 | 110.6 | 110.2 | 110.2 | 110.4 | 110.3 | 110.3 | 110.5 | 110.6 | 110.4 | 0.5 |
| 52 | 110.0 | 110.4 | 110.7 | 110.5 | 110.6 | 110.9 | 110.8 | 110.7 | 110.1 | 110.1 | 110.9 | 110.6 | 0.8 |
| 54 | 110.0 | 110.8 | 110.9 | 110.2 | 110.0 | 110.9 | 110.9 | 110.6 | 110.7 | 110.3 | 110.4 | 110.6 | 0.9 |
| 56 | 110.0 | 110.7 | 110.3 | 110.1 | 110.8 | 110.5 | 110.1 | 110.2 | 110.3 | 110.2 | 110.3 | 110.4 | 0.7 |
| 58 | 110.0 | 110.4 | 110.0 | 110.1 | 110.7 | 110.6 | 110.8 | 110.3 | 110.8 | 110.0 | 110.9 | 110.5 | 0.9 |
| 60 | 110.0 | 110.8 | 110.5 | 110.7 | 110.6 | 110.9 | 111.0 | 110.7 | 110.4 | 110.9 | 110.5 | 110.7 | 0.6 |
| T. PROM. | 110.0 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.6 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | 110.5 | |
| T. MAX. | 110.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | 111.0 | |
| T. MIN. | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | 110.1 | 110.0 | 110.0 | 110.0 | |
| DTT | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 0.9 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |

NOMENCLATURA

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T.Prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX : Temperatura máxima.
- T. MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

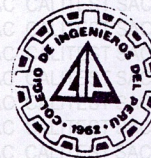
Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0423016

Página 3 de 3

8.1 RESULTADO TOTAL DE MEDICIÓN

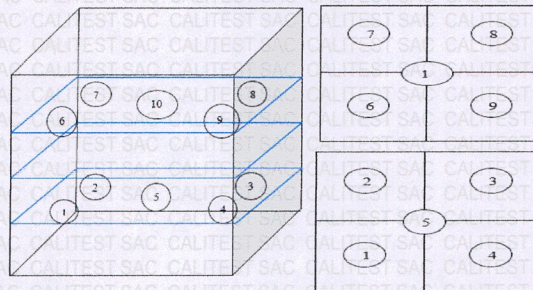
TABLA N° 02

| Parámetro | Valor (°C) | U (°C) |
|---------------------------|------------|--------|
| Máxima Temperatura Medida | 111.0 | 1.53 |
| Mínima Temperatura Medida | 110.0 | 1.53 |
| DTT | 1.0 | 0.08 |
| DTE | 0.1 | 0.23 |
| Estabilidad Media (±) | 0.5 | 0.04 |
| Uniformidad Media | 1.0 | 0.23 |

U = Incertidumbre Expandida

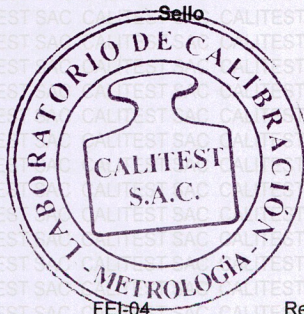
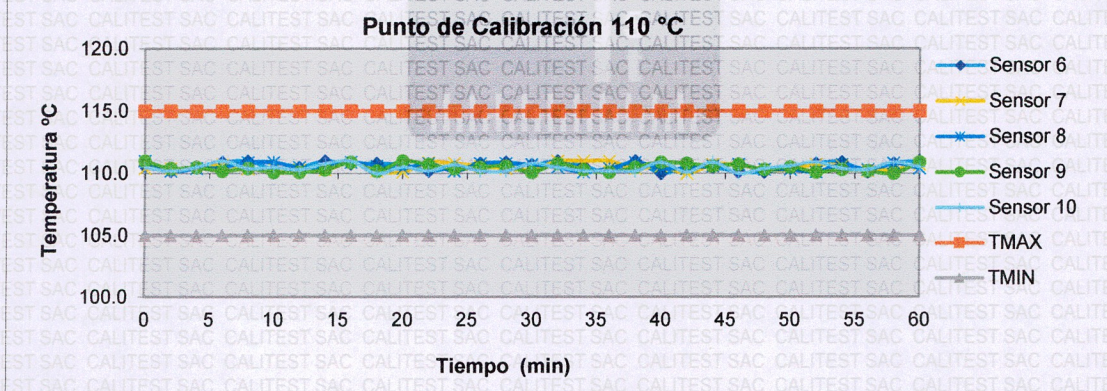
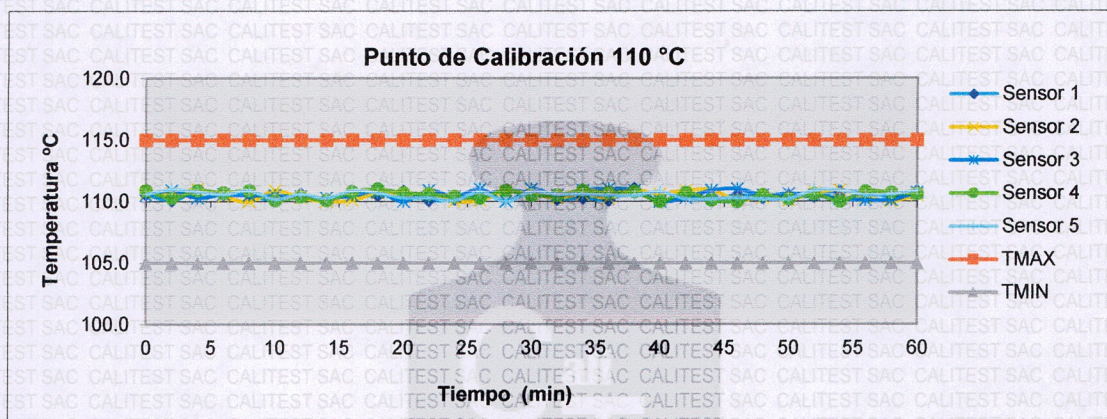
Se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura K=2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

GRÁFICA N° 01



Panel Frontal

Nivel Superior / Inferior



FEI-04

Rev00

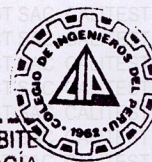
Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.



CALITEST SAC

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° 0923005**
Expediente : N° 0068-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

Página 1 de 2

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC
DIRECCIÓN : JR. MORALES MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA -
CAJAMARCA - CAJAMARCA

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MAQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Marca : No indica
Modelo : DM-II
Número de Serie : LAA2021030705
Estructura : No indica
Acabado : No indica

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

indicador : Analógico
Marca : No indica
Modelo : No indica
Serie : No indica

Incluye : 12 billas de acero y bandeja de recepción de muestra.

Procedencia : No indica
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (***)

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN
Fecha : 2023-02-20
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2016) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2016, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 20.9 | 21.5 |
| Humedad Relativa (%) | 51 | 50 |

Sello

Laboratorio de Metrología



FEI-09

Rev00

CALITEST S.A.C.
 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
 JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP


CALITEST SAC
 Ing. GIANMARCO ANDRE
 MESTAS PIZANGO
 CIP: 256285
 JEFE DE LABORATORIO

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0923005

Página 2 de 2

6. TRAZABILIDAD

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|---------------------|--------------------------------|----------------------------|
| METROSYSTEMS S.R.L. | Vernier (Pie de rey) | MS-0084-2023 |
| METROIL S.A.C. | Flexómetro (wincha) | 1AD-0088-2023 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 5 kg (Exactitud M2) | 0381-MPES-C-2023 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 10 kg (Exactitud M2) | 0380-MPES-C-2023 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 20 kg (Exactitud M2) | 0382-MPES-C-2023 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 1 g a 1 kg (Exactitud M2) | 0379-MPES-C-2023 |

7. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

*de acuerdo a la verificación se observó que da 42 rpm, según establecido en la norma MTC E 207 – 2000, debe ser entre 31 a 33 rpm

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

Dimensiones cilindro : Long Int. 20" x Diam Int 28" +/- 0.2" .

| N° de vueltas por Norma | | Indicación Tiempo promedio | |
|-------------------------|---------|----------------------------|-------------|
| Ensayo 1 | 30 - 33 | 42 | T = 1:00" |
| Ensayo 2 | 500 | | T. Promedio |
| Ensayo 3 | 1000 | | T. Promedio |

| Medición Nro. | D. esferas (mm) | | Promedio (mm) | U (mm) | P. Billas (g) | U (g) |
|------------------|-----------------|-------------|---------------|-----------|------------------|----------|
| | 1era Lectura | 2da Lectura | | | | |
| 1 | 47.60 | 47.64 | 47.62 | 0.01 | 417.00 | 1.00 |
| 2 | 47.67 | 47.72 | 47.70 | 0.01 | 417.00 | 1.00 |
| 3 | 47.67 | 47.67 | 47.67 | 0.01 | 414.00 | 1.00 |
| 4 | 47.54 | 47.54 | 47.54 | 0.01 | 417.00 | 1.00 |
| 5 | 44.47 | 44.47 | 44.47 | 0.01 | 414.00 | 1.00 |
| 6 | 47.40 | 47.40 | 47.40 | 0.01 | 417.00 | 1.00 |
| 7 | 47.26 | 47.26 | 47.26 | 0.01 | 417.00 | 1.00 |
| 8 | 47.58 | 47.58 | 47.58 | 0.01 | 414.00 | 1.00 |
| 9 | 44.90 | 44.90 | 44.90 | 0.01 | 414.00 | 1.00 |
| 10 | 47.37 | 47.90 | 47.64 | 0.01 | 417.00 | 1.00 |
| 11 | 47.16 | 47.16 | 47.16 | 0.01 | 416.00 | 1.00 |
| 12 | 44.97 | 47.97 | 46.47 | 0.01 | 414.00 | 1.00 |
| Total | | | | | 4988.00 | |

D. = Diámetro

T. = Tiempo

U = Incertidumbre

P. = Pesos de las bojillas (carga Abrasiva)

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-09

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprovado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° V0723013**

Expediente : N° 0030-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

Página 1 de 3

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC
DIRECCIÓN : JR. MORALES MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Balanza Electrónica

Marca : OHAUS
Modelo : R21PE30
Número de Serie : 8340110630

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Alcance de Indicación : 30000 g

División de Escala Real (d) / Resolución : 1 g

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

División de Verificación (e) : 1 g

Procedencia : USA

Identificación : No indica

Tipo : Electrónica

Ubicación : Instalaciones de CALITEST S.A.C.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-02-22
Lugar : Laboratorio de CALITEST S.A.C.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

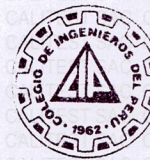
| | Mínima | Máxima |
|----------------------|--------|--------|
| Temperatura (°C) | 29.2 | 28.4 |
| Humedad Relativa (%) | 57 | 60 |



Sello

Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.



CALITEST SAC

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSF

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V0723013

Página 2 de 3

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 5 kg (Exactitud M2) | 0451-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 10 kg (Exactitud M2) | 0452-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 20 kg (Exactitud M2) | 0453-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2) | 0450-MPES-C-2022 |

7. OBSERVACIONES

(*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003-2009.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | NIVELACIÓN | TIENE |
| SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Temperatura (°C) Inicial / Final : 16.1 / 16.3 | | | | | | | |
|--|--------------------|----------------|--------|--------------------|----------------|--------|-------|
| Medición N° | Carga L1 = 15000 g | | | Carga L2 = 30000 g | | | E (g) |
| | l (g) | ΔL (g) | E (g) | l (g) | ΔL (g) | E (g) | |
| 1 | 15000 | 0.500 | 0.000 | 30000 | 0.600 | -0.100 | |
| 2 | 15000 | 0.500 | 0.000 | 30000 | 0.600 | -0.100 | |
| 3 | 15000 | 0.600 | -0.100 | 30000 | 0.500 | 0.000 | |
| 4 | 15000 | 0.600 | -0.100 | 30000 | 0.500 | 0.000 | |
| 5 | 15000 | 0.500 | 0.000 | 30000 | 0.600 | -0.100 | |
| 6 | 15000 | 0.500 | 0.000 | 30000 | 0.600 | -0.100 | |
| 7 | 15000 | 0.600 | -0.100 | 30000 | 0.500 | 0.000 | |
| 8 | 15000 | 0.600 | -0.100 | 30000 | 0.500 | 0.000 | |
| 9 | 15000 | 0.500 | 0.000 | 30000 | 0.600 | -0.100 | |
| 10 | 15000 | 0.500 | 0.000 | 30000 | 0.600 | -0.100 | |
| Diferencia Máxima | | | | | | 0.100 | |
| Error máximo permitido | | ± 1.0 | | ± 3.0 | | | |

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V0723013

Página 3 de 3

| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 | 4 |
| 3 | |

| ENSAYO DE EXCENTRICIDAD | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------|---------|--------|----------------------------------|---------|-------------------------------|--------|--------|
| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 16.5 / 16.8 | | | | | | | |
| Posición de la Carga | Determinación de Eo | | | | Determinación de Error corregido | | | | |
| | Carga Mínima * (g) | l (g) | Δ L (g) | Eo (g) | Carga L (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1 | 1.0 | 1.00 | 0.500 | 0.000 | 10000.0 | 10000.0 | 0.600 | -0.100 | -0.100 |
| 2 | | 1.00 | 0.600 | -0.100 | | 10000.0 | 0.500 | 0.000 | 0.100 |
| 3 | | 1.00 | 0.500 | 0.000 | | 10000.0 | 0.600 | -0.100 | -0.100 |
| 4 | | 1.00 | 0.600 | -0.100 | | 10000.0 | 0.500 | 0.000 | 0.100 |
| 5 | | 1.00 | 0.500 | 0.000 | | 10000.0 | 0.600 | -0.100 | -0.100 |
| (*) valor entre 0 y 10 e | | | | | | | Error máximo permitido: ± 1.0 | | |

| ENSAYO DE PESAJE | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-------------|--------|--------|--------------|---------|--------|--------|-----------------|
| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 17.5 / 17.6 | | | | | | | |
| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | emp (***) (± g) |
| | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | |
| 1 | 1 | 0.500 | 0.000 | | 1 | | | | |
| 5 | 5 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 5 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 10 | 10 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 10 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 15 | 15 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 15 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 1.000 |
| 25 | 25 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 25 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 1.000 |
| 100 | 100 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 100 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 500 | 500 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 500 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 1000 | 1,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 1,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 1.000 |
| 5000 | 5,000 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 5,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 1.000 |
| 10000 | 10,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 10,000 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 20000 | 20,000 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 20,000 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 1.000 |
| 25000 | 25,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 25,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 3.000 |
| 30000 | 30,000 | 0.500 | 0.000 | 0.000 | 30,000 | 0.600 | -0.100 | -0.100 | 3.000 |

(***) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

| | | |
|--|---|--|
| Lectura Corregida | = | $R - 2.35E-03 \times R$ |
| Incertidumbre Expandida | = | $2 \times (5.54E-06 \text{ mg}^2 + 9.23E-08 \times R^2) 1/2$ |
| Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10^{-3} | | |

l; R : Indicación de la balanza E : Error encontrado Ec : Error corregido
 Δ L : Carga Incrementada Eo : Error en cero

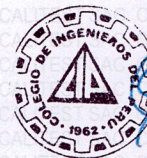


FEI-07 Rev00

Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° V0723014**

Página 1 de 3

Expediente : N° 0030-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC

DIRECCIÓN : JR. MORALES MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Balanza Electrónica

Marca : OHAUS
Modelo : NVT6201ZH
Número de Serie : 834567184
Alcance de Indicación : 6200 g
División de Escala Real (d) / Resolución : 0.1 g
División de Verificación (e) : 1 g
Procedencia : USA
Identificación : No indica
Tipo : Electrónica
Ubicación : Instalaciones de CALITEST S.A.C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Gula para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-02-22
Lugar : Laboratorio de CALITEST S.A.C.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Mínima | Máxima |
|----------------------|--------|--------|
| Temperatura (°C) | 29.2 | 28.4 |
| Humedad Relativa (%) | 57 | 60 |

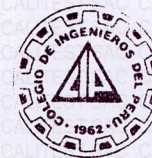
Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V0723014

Página 2 de 3

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 5 kg (Exactitud M2) | 0451-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 10 kg (Exactitud M2) | 0452-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 20 kg (Exactitud M2) | 0453-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2) | 0450-MPES-C-2022 |

7. OBSERVACIONES

(* Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003-2009.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | NIVELACIÓN | TIENE |
| SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 16.1 / 16.3 | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-------------|--------|-------------------|---------|--------|--|
| Medición N° | Carga L1 = 3100 g | | | Carga L2 = 6200 g | | | |
| | l (g) | Δ L (g) | E (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | |
| 1 | 3100 | 0.050 | 0.000 | 6200 | 0.060 | -0.010 | |
| 2 | 3100 | 0.050 | 0.000 | 6200 | 0.060 | -0.010 | |
| 3 | 3100 | 0.060 | -0.010 | 6200 | 0.050 | 0.000 | |
| 4 | 3100 | 0.050 | 0.000 | 6200 | 0.050 | 0.000 | |
| 5 | 3100 | 0.060 | -0.010 | 6200 | 0.060 | -0.010 | |
| 6 | 3100 | 0.050 | 0.000 | 6200 | 0.060 | -0.010 | |
| 7 | 3100 | 0.060 | -0.010 | 6200 | 0.050 | 0.000 | |
| 8 | 3100 | 0.060 | -0.010 | 6200 | 0.050 | 0.000 | |
| 9 | 3100 | 0.050 | 0.000 | 6200 | 0.060 | -0.010 | |
| 10 | 3100 | 0.050 | 0.000 | 6200 | 0.060 | -0.010 | |
| Diferencia Máxima | | | 0.010 | | | 0.010 | |
| Error máximo permitido | | ± | 1.0 | ± | 3.0 | | |

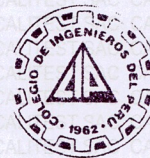
Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 | |
| 3 | 4 |

| ENSAYO DE EXCENTRICIDAD | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------|---------|--------|----------------------------------|--------|-------------------------------|--------|--------|
| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 16.5 / 16.8 | | | | | | | |
| Posición de la Carga | Determinación de Eo | | | | Determinación de Error corregido | | | | |
| | Carga Mínima * (g) | l (g) | Δ L (g) | Eo (g) | Carga L (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1 | 1.0 | 1.00 | 0.050 | 0.000 | 2000.0 | 2000.0 | 0.060 | -0.010 | -0.010 |
| 2 | | 1.00 | 0.060 | -0.010 | | 2000.0 | 0.050 | 0.000 | 0.010 |
| 3 | | 1.00 | 0.050 | 0.000 | | 2000.0 | 0.060 | -0.010 | -0.010 |
| 4 | | 1.00 | 0.060 | -0.010 | | 2000.0 | 0.050 | 0.000 | 0.010 |
| 5 | | 1.00 | 0.050 | 0.000 | | 2000.0 | 0.060 | -0.010 | -0.010 |
| (*) valor entre 0 y 10 e | | | | | | | Error máximo permitido: ± 1.0 | | |

| ENSAYO DE PESAJE | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-------------|--------|--------|--------------|---------|--------|--------|-----------------|--|
| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 17.5 / 17.6 | | | | | | | | |
| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | emp (***) (± g) | |
| | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | | |
| 1 | 1 | 0.050 | 0.000 | | | | | | | |
| 5 | 5 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 5 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| 10 | 10 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 10 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| 15 | 15 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 15 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 1.000 | |
| 25 | 25 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 25 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 1.000 | |
| 50 | 50 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 50 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| 100 | 100 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 100 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| 250 | 250 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 250 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 1.000 | |
| 500 | 500 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 500 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 1.000 | |
| 1000 | 1,000 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 1,000 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| 2000 | 2,000 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 2,000 | 0.050 | 0.000 | 0.000 | 1.000 | |
| 5000 | 5,000 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 5,000 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 3.000 | |
| 6200 | 6,200 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 6,200 | 0.060 | -0.010 | -0.010 | 3.000 | |

(***) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

| | | |
|--|---|--|
| Lectura Corregida | = | $R - 2.11E-03 \times R$ |
| Incertidumbre Expandida | = | $2 \times (4.46E-06 \text{ mg}^2 + 3.47E-08 \times R^2)^{1/2}$ |
| Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10^{-3} | | |

l; R : Indicación de la balanza E: Error encontrado Ec: Error corregido
 Δ L : Carga Incrementada Eo: Error en cero



FEI-07

Rev00

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Inge. GRANMARGO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° V0723015**

Página 1 de 3

Expediente : N° 0030-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC

DIRECCIÓN : JR. MORALES - MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : Balanza Electrónica

Marca : OHAUS
Modelo : NV622ZH
Número de Serie : 834768542
Alcance de Indicación : 620 g
División de Escala Real (d) / Resolución : 0.01 g
División de Verificación (e) : 1 g
Procedencia : USA
Identificación : No indica
Tipo : Electrónica
Ubicación : Instalaciones de CALITEST S.A.C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Gula para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de calidad o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-02-22
Lugar : Laboratorio de CALITEST S.A.C.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

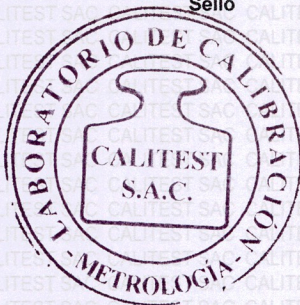
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Minima | Maxima |
|----------------------|--------|--------|
| Temperatura (°C) | 29.2 | 28.4 |
| Humedad Relativa (%) | 57 | 60 |

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGIA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSF

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**CALITEST
S.A.C.**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° V0723015

Página 2 de 3

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------|
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 5 kg (Exactitud M2) | 0451-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 10 kg (Exactitud M2) | 0452-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 20 kg (Exactitud M2) | 0453-MPES-C-2022 |
| PESATEC PERÚ S.A.C. | Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2) | 0450-MPES-C-2022 |

7. OBSERVACIONES

(*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003-2009.

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL

| | | | |
|------------------|----------|------------|----------|
| AJUSTE DE CERO | TIENE | ESCALA | NO TIENE |
| OSCILACIÓN LIBRE | TIENE | CURSOR | NO TIENE |
| PLATAFORMA | TIENE | NIVELACIÓN | TIENE |
| SISTEMA DE TRABA | NO TIENE | | |

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 16.1 / 16.3 | | | | | |
|----------------------------------|------------------|-------------|-------|------------------|---------|-------|--|
| Medición N° | Carga L1 = 310 g | | | Carga L2 = 620 g | | | |
| | l (g) | Δ L (g) | E (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | |
| 1 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 2 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 3 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 4 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 5 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 6 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 7 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 8 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 9 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| 10 | 310 | 0.000 | 0.005 | 620 | 0.000 | 0.005 | |
| Diferencia Máxima | | | 0.000 | | | 0.000 | |
| Error máximo permitido | | ± | 1.0 | ± | 3.0 | | |

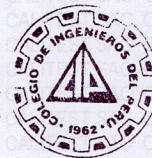
Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



| | |
|---|---|
| 2 | 5 |
| 1 | 4 |
| 3 | |

| ENSAYO DE EXCENTRICIDAD | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------------|-------------|---------|--------|----------------------------------|-------|-------------------------------|-------|--------|
| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 16.5 / 16.8 | | | | | | | |
| Posición de la Carga | Determinación de Eo | | | | Determinación de Error corregido | | | | |
| | Carga Mínima * (g) | l (g) | Δ L (g) | Eo (g) | Carga L (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) |
| 1 | 1.0 | 1.00 | 0.000 | 0.005 | 200.0 | 200.0 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| 2 | | 1.00 | 0.000 | 0.005 | | 200.0 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| 3 | | 1.00 | 0.000 | 0.005 | | 200.0 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| 4 | | 1.00 | 0.000 | 0.005 | | 200.0 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| 5 | | 1.00 | 0.000 | 0.005 | | 200.0 | 0.000 | 0.005 | 0.000 |
| (*) valor entre 0 y 10 e | | | | | | | Error máximo permitido: ± 1.0 | | |

| ENSAYO DE PESAJE | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-------------|-------|--------|--------------|---------|-------|--------|-----------------|--|
| Temperatura (°C) Inicial / Final | | 17.5 / 17.6 | | | | | | | | |
| Carga L (g) | CRECIENTES | | | | DECRECIENTES | | | | emp (***) (± g) | |
| | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | l (g) | Δ L (g) | E (g) | Ec (g) | | |
| 1 | 1 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 5 | 5 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 5 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 10 | 10 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 10 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 15 | 15 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 15 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 20 | 20 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 20 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 25 | 25 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 25 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 50 | 50 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 50 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 100 | 100 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 100 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 200 | 200 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 200 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 300 | 300 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 300 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 400 | 400 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 400 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 1.000 | |
| 500 | 500 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 500 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 3.000 | |
| 620 | 620 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 620 | 0.000 | 0.005 | 0.000 | 3.000 | |

(***) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

| | | |
|--|---|--|
| Lectura Corregida | = | $R - 9.76E-15 \times R$ |
| Incertidumbre Expandida | = | $2 \times (9.53E-29 \text{ mg}^2 + 6.27E-08 \times R^2) 1/2$ |
| Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10^{-3} | | |

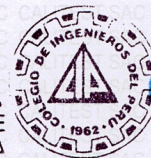
l; R : Indicación de la balanza E: Error encontrado Ec: Error corregido
Δ L : Carga Incrementada Eo: Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.



CALITEST SAC

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: PFSP

Revisado: GAMP

Aprovado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com , certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



CALITEST
S.A.C.

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° V1823009**

Página 1 de 2

Expediente : N° 0030-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC
DIRECCIÓN : JR. MORALES MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : COPA CASAGRANDE - LÍMITE LÍQUIDO

Marca : PALIO
Modelo : PE7018.1
Número de Serie : 1823005
Mecanismo : Manual
Ranurador : Acero
Contador : Digital
Procedencia : PERÚ
Identificación : No indica
Ubicación : Instalaciones de CALITEST S.A.C.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-02-22

3. Lugar : Laboratorio de CALITEST S.A.C.

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110..

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 29.2 | 28.4 |
| Humedad Relativa (%) | 57 | 60 |

6. TRAZABILIDAD

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Certificado de Calibración |
|--------------|----------------------|----------------------------|
| METROSYSTEMS | Vernier (Pie de rey) | MS-0075-2022 |

7. OBSERVACIONES

No presenta ninguna observación.

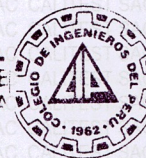
Sello

Laboratorio de Metrología



CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-18

Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

8. RESULTADO DE MEDICIÓN

| Aparato de Límite Líquido | | | | | | | | Ranurador | | |
|---------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|---|---------|-------|-------|-----------------|----------------|-------|
| Dimensiones | Conjunto de la Cazuela | | | Base | | | | Extremo Curvado | | |
| | A | B | C | N | K | L | M | a | b | c |
| Descripción | Radio de la Copa | Espesor de la Copa | Profundidad de la Copa | Copa desde la guía del elevador hasta la base | Espesor | Largo | Ancho | Espesor | Borde Cortante | Ancho |
| Métrico, mm | 54 | 2.0 | 27 | 47 | 50 | 150 | 125 | 10.0 | 2.0 | 13.5 |
| Tolerancia, mm | 2 | 0.1 | 1 | 1.5 | 5 | 5 | 5 | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Inglés, pulg. | 2.13 | 0.079 | 1.063 | 1.850 | 1.97 | 5.90 | 4.92 | 0.394 | 0.079 | 0.531 |
| Tolerancia, pulg. | 0.08 | 0.004 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.004 | 0.004 | 0.004 |

| Dato Promedio (mm) | Tolerancia (mm) | Resultados |
|--------------------|-----------------|------------|
|--------------------|-----------------|------------|

Cazuela

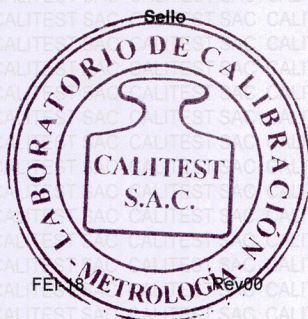
| | | | |
|-------------|-------|-------|----|
| Espesor | 2.01 | ± 0.1 | OK |
| Profundidad | 26.80 | ± 1 | OK |

Base

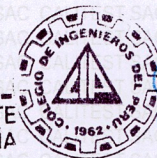
| | | | |
|-------------------|--------|-------|----|
| Guía del elevador | 47.51 | ± 1.5 | OK |
| Espesor | 47.81 | ± 5 | OK |
| Largo | 153.46 | ± 5 | OK |
| Ancho | 128.74 | ± 5 | OK |
| Huella | 5.06 | < 13 | OK |

Ranurador de Acero

| | | | |
|---------------------|-------|-------|----|
| Cuadrado Calibrador | 9.83 | ± 0.2 | OK |
| Espesor | 10.01 | ± 0.1 | OK |
| Borde Cortante | 2.01 | ± 0.1 | OK |
| Ancho | 13.51 | ± 0.1 | OK |



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

CALITEST SAC

 Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFE DE LABORATORIO DE METROLOGÍA

 Ing. GIANMARCO ANDRE
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEN 18 Rev 00

Elaborado: PFSF

Revisado: GAMP

Aprobado: AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



CALITEST
S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° V3323001

Expediente : N° 0030-2023
Fecha de Emisión : 2023-02-22

Página 1 de 1

1. SOLICITANTE : GRUPO INGESA SAC
DIRECCIÓN : JR. MORALES MZA. A LOTE. 18 CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CONO Y PISÓN DE ABSORCIÓN

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Marca : PALIO
Modelo : PE1002.1-2
Número de Serie : 3323001
Estructura : Acero Inox.
Acabado : Pulido
Procedencia : PERÚ
Identificación : No indica
Ubicación : Campo (**)

CALITEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Fecha : 2023-02-22
Lugar : Instalaciones del Cliente

4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD

Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma del MTC 205. Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0052-2021 de METROSYSTEMS y 1062, 1063, 1064, 1065-MPES-C-2019 de PESATEC PERU.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

| | Inicial | Final |
|----------------------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 29.2 | 28.4 |
| Humedad Relativa (%) | 57 | 60 |

6. OBSERVACIONES

No presenta ninguna observación.

7. RESULTADOS

| | Dato Prom. (mm) | Incertidumbre (mm) | Dato Normado (mm) | Resultado |
|-----------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|-----------|
| Molde Cónico | | | | |
| Espesor | 0.88 | 0.01 | > 0.8 | CONFORME |
| Ø Interior Base Menor | 39 | 0.01 | 40 ± 3 | CONFORME |
| Ø Interior Base Mayor | 91 | 0.01 | 90 ± 3 | COMFORME |
| Altura | 74 | 0.01 | 75 ± 3 | CONFORME |

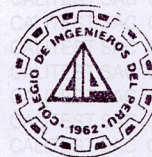
| Varilla de Apisonado | | | | |
|-----------------------------|-----|------|----------|----------|
| Peso (g.) | 354 | 0.01 | 340 ± 15 | CONFORME |
| Superfi. Circ. Plana (mm) | 25 | 0.01 | 25 ± 3 | CONFORME |



Laboratorio de Metrología

CALITEST S.A.C.

Tco. ARMANDO JUNIOR PIZANGO MOZOMBITE
JEFF DE LABORATORIO DE METROLOGÍA



CALITEST SAC

Ing. GIANMARCO ANDRÉ
MESTAS PIZANGO
CIP: 256285
JEFE DE LABORATORIO

FEI-33 Rev00

Elaborado:PFSP

Revisado:GAMP

Aprobado:AJPM

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 562 8972 Cel.: 925076321 / E-mail: servicios@calitestsac.com, certificados@calitestsac.com / Web: calitestsac.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



KAOLYN INGENIEROS SAC.

ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

INFORME DE MECÁNICA DE SUELOS

**CONTRATACIÓN DE SERVICIO DE
CONSULTORIA PARA EL
PROYECTO:**


**" DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD
PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS
UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO
Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO,
CAJAMARCA, 2023"**

SOLICITANTE:

AGUILAR PILCO ANA MARÍA

APROBADO POR:

ING. LILIAN ROCIO VILLANUEVA BAZÁN


KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocio Villanueva Bazán
GERENTE GENERAL

CAJAMARCA, MAYO DEL 2023



ÍNDICE

| | |
|---|----|
| 1. GENERALIDADES..... | 2 |
| 1.1 INTRODUCCIÓN..... | 2 |
| 1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO | 2 |
| 1.3 NORMATIVIDAD | 3 |
| 1.4 DESCARGO DE RESPONSABILIDADES | 3 |
| 1.5 ALCANCE..... | 3 |
| 1.6 METODOLOGÍA | 3 |
| 1.7 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO | 4 |
| 1.8 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO. | 5 |
| 1.9 CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA..... | 5 |
| 2. SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO..... | 5 |
| 2.1 SISMICIDAD. | 5 |
| 3. EXPLORACIÓN EN CAMPO | 9 |
| 3.1 CALICATAS A CIELO ABIERTO..... | 9 |
| 3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO..... | 10 |
| 3.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR | 10 |
| 4. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN..... | 11 |
| 4.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN SUELOS..... | 11 |
| 4.2.1 CAPACIDAD ADMISIBLE POR RESISTENCIA..... | 11 |
| 5. CONCLUSIONES | 15 |
| 6. RECOMENDACIONES | 15 |


KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocío Villanueva Barrantes
GERENTE GENERAL



KAOLYN INGENIEROS SAC

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.
RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

TABLAS

- Tabla N° 01 Resumen de excavación de la calicata.
- Tabla N° 02 Resumen de Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.
- Tabla N° 03 Resultados de capacidad portante de la calicata

ANEXO

- Anexo A Ensayos de Laboratorio de Mecánica de suelos
- Anexo B Panel fotográfico


KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocio Villanueva Barrantes
GERENTE GENERAL



1. GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico tiene por objeto investigar el terreno de fundación del Proyecto por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas “A Cielo Abierto”, ensayos de laboratorio a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, sus propiedades de resistencia, asentamientos, posteriormente con labores de gabinete en base a los datos obtenidos de los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación determinar la capacidad portante admisible, dando las recomendaciones y conclusiones para la cimentación de la infraestructura.

La empresa KAOLYN INGENIEROS S.A.C. Ha ejecutado las investigaciones geotécnicas para este proyecto desarrollando las etapas de trabajo que están indicadas en el respectivo alcance y que incluye la etapa de campo, ensayos de laboratorio, análisis de resultados y reporte de parámetros para el diseño de las cimentaciones en base a la Norma Técnica de Edificaciones E.050 Suelos y Cimentaciones.

El presente documento detalla los resultados de las condiciones geotécnicas encontradas, el estudio de campo se realizó la fecha: 11-05-2023 en el cual se ha muestreado 02 calicatas.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Para el desarrollo de esta investigación se planteó el siguiente objetivo:

El presente informe técnico tiene como finalidad determinar las características geotécnicas del área del proyecto (suelo, niveles freáticos, etc.) y los valores de los parámetros geotécnicos requeridos para el diseño de la cimentación de la estructura, el cual será dada a conocer a la solicitante:

AGUILAR PILCO ANA MARÍA y será utilizada para elaboración del PROYECTO: **'' DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023 ''**

KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocío Villanueva BATA
GERENTE GENERAL



1.3 NORMATIVIDAD

Los estudios están en concordancia con la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones, y las normas ASTM para la determinación de los ensayos de Mecánica de Suelos.

1.4 DESCARGO DE RESPONSABILIDADES

El presente reporte titulado ha sido elaborado por el área de geotecnia de “KAOLYN INGENIEROS S.A.C”, exclusivamente para el solicitante para el proyecto en mención. Este estudio se ha realizado en plena concordancia con las buenas prácticas de Ingeniería, bajo normas y estándares aceptados a nivel nacional e internacional, con amplia base en datos previamente obtenidos de los ensayos de laboratorio e información alcanzada por el solicitante.

La información, conclusiones y recomendaciones son confiables en tanto estén sujetas a las condiciones que están comprendidas en este documento. Ningún tercero está permitido o autorizado a utilizar este informe sin la aprobación del solicitante o de KAOLYN INGENIEROS S.A.C. El uso de dicho informe por algún tercero con la información, conclusiones y recomendaciones contenidos en el presente, serán de riesgo único del mismo donde el solicitante, ni KAOLYN INGENIEROS SAC son responsables.

El informe elaborado es exclusivamente para la elaboración del proyecto:

1.5 ALCANCE

La información del EMS es válida solamente para el área y tipo de obra indicadas en el informe. Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del EMS, sólo se aplicarán al terreno y edificaciones comprendidas en el mismo. No podrán emplearse en otros terrenos, para otras edificaciones, o para otro tipo de obra.

En forma general los alcances del Estudio de Suelos son los siguientes:

- ✓ Reconocimiento del área del Proyecto.
- ✓ Exploraciones de suelo.
- ✓ Ensayos de campo.
- ✓ Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Procesamiento de la información obtenida y elaboración del Informe Final.

KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocío Villanueva Barrantes
GERENTE GENERAL

1.6 METODOLOGÍA

Con la finalidad de cumplir con el objetivo, se programó las siguientes actividades:



KAOLYN INGENIEROS SAC

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.
RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

- ✓ Ubicación de las calicatas de exploración.
- ✓ Toma de muestras (09 calicatas).
- ✓ Ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos.
- ✓ Cálculo de la capacidad admisible del suelo.

1.7 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La zona del proyecto está ubicada en el Distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, Región de Cajamarca.

PROYECTO : " DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023"

DEPARTAMENTO : Cajamarca.

PROVINCIA : Cajamarca

DISTRITO : Cajamarca

LUGAR: : Cajamarca – Sector “El columbito”


KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Llian Rocío Villanueva Barrón
GERENTE GENERAL

MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO.

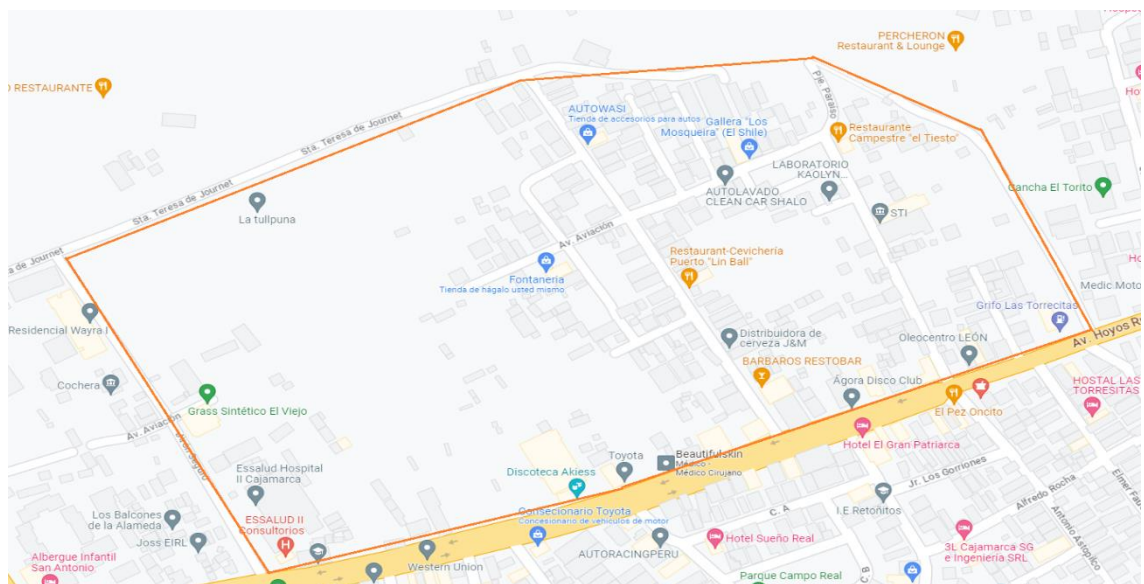




IMAGEN N°01: VISTA DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO.

1.8 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.

El proyecto " DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023" se ubica entre del distrito de Cajamarca, camino al aeropuerto en el sector "El Columbito".

CONDICIÓN CLIMÁTICA Y ALTITUD DE LA ZONA.

En Cajamarca, los veranos son frescos y nublados y los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 10 °C a 23 °C y rara vez baja a menos de 3 °C o sube a más de 25 °C.

En base a la puntuación de turismo, las mejores épocas del año para visitar Cajamarca para actividades de tiempo caluroso son desde finales de abril hasta finales de junio y desde mediados de julio hasta finales de octubre.

2. SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO.

2.1 SISMICIDAD.

El perfil de suelo encontrado corresponde a un perfil tipo S3 donde encontramos suelos blandos, Se recomienda en los mismos que los apoyos de la estructura deberían ser diseñados con estudio propio de la cimentación (un estudio por estructura), teniendo en cuenta el factor de seguridad de acuerdo con el Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) aprobada mediante Resolución Ministerial N°355-2018-VIVIENDA.

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de Sismicidad (Zona 3), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de alta intensidad. De nivel VIII en la escala Mercalli Modificada.

De acuerdo con nueva Norma Técnica NTE E-030 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo-Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo con la relación:

$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

Dónde:


KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocío Villanueva Barrantes
GERENTE GENERAL

**KAOLYN INGENIEROS SAC**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.
RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

HALLANDO CADA VALOR DE Z.U.C.S.

FACTOR DE ZONA (Z)

| FACTORES DE ZONA "Z" | |
|-----------------------------|----------|
| ZONA | Z |
| 4 | 0,45 |
| 3 | 0,35 |
| 2 | 0,25 |
| 1 | 0,10 |

FACTOR DE USO O IMPORTANCIA (U)

| CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U" | | |
|--|---|-------------------|
| CATEGORÍA | DESCRIPCIÓN | FACTOR U |
| A Edificaciones Esenciales | A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud. | Ver nota 1 |
| | A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de Esenciales electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado. | 1,5 |
| B Edificaciones Importantes | Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, B centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento. | 1,3 |
| C Edificaciones Comunes | Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes. | 1,0 |
| D | Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares. | Ver nota 2 |



| | | |
|---------------------------------|--|--|
| Edificaciones Temporales | | |
|---------------------------------|--|--|

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de U será como mínimo 1,5. Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

FACTOR DE AMPLIACIÓN SÍSMICA (C)

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$$\begin{aligned} T < T_p & \quad C = 2,5 \\ T_p < T < T_L & \quad C = 2,5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \\ T > T_L & \quad C = 2,5 \left(\frac{T_p \times T_L}{r^2} \right) \end{aligned}$$

Donde T es el periodo fundamental de vibración.

FACTOR DE AMPLIACIÓN DEL SUELO (S)

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

a. Perfil Tipo S0: Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m.

b. Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte, entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm²).
- Arena muy densa o grava arenosa densa.



- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada mayor que 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

c. Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte, entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT 60, entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada, entre 50 kPa (0,5 kg/cm²) y 100 kPa (1 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

d. Perfil Tipo S3: Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte, menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT 60 menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada, entre 25 kPa (0,25 kg/cm²) y 50 kPa (0,5 kg/cm²) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo S4 y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad PI mayor que 20, contenido de humedad ω mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada menor que 25 kPa.

e. Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo S4 cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

| <i>FACTOR DE SUELO "S"</i> | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <i>SUELO</i> <i>ZONA</i> | <i>S0</i> | <i>S1</i> | <i>S2</i> | <i>S3</i> |
| <i>Z4</i> | <i>0,80</i> | <i>1,00</i> | <i>1,05</i> | <i>1,10</i> |
| <i>Z3</i> | <i>0,80</i> | <i>1,00</i> | <i>1,15</i> | <i>1,20</i> |
| <i>Z2</i> | <i>0,80</i> | <i>1,00</i> | <i>1,20</i> | <i>1,40</i> |
| <i>Z1</i> | <i>0,80</i> | <i>1,00</i> | <i>1,60</i> | <i>2,00</i> |

Dónde:

- Factor de zona (Zona 3) : $Z = 0.35$
 - Factor de suelo. - (S3 Suelos Intermedios) : $S = 1.20$
 - Período s : $T_p = 1.0$
 - Factor de ampliación sísmica (C) : $C = 2.5$
 - Factor de uso o importancia (U) : $U = 1.0$
- Z.U.C.S. = (0.35) (1.0) (2.5) (1.20)**

Por lo expuesto y de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser antisísmicos.

MAPA DE ZONIFICACIÓN.



KAOLYN INGENIEROS SAC
Lilian Rocío Villanueva Barón
Ing. Lilian Rocío Villanueva Barón
GERENTE GENERAL

IMAGEN N°02: VISTA DEL MAPA DE ZONAS SÍSMICAS EN EL PERÚ

3. EXPLORACIÓN EN CAMPO

Con la finalidad de caracterizar el terreno de fundación de la zona de estudio se realizó un programa de exploraciones de campo, las cuales citamos a continuación:

- Excavación manual a cielo abierto denominadas calicatas con obtención de muestras de los diferentes tipos de suelo, basados en la Norma ASTM D420
- Inspección e Identificación visual y manual de suelos, según lo estipulado en la Norma ASTM D248.

3.1 CALICATAS A CIELO ABIERTO



La exploración de campo consistió en la excavación de 09 calicatas ubicada pertinentemente en el área de la estructura proyectada. A lo largo de la excavación se tomó muestras representativas, las cuales fueron identificadas convenientemente y trasladadas al laboratorio de la empresa Kaolyn Ingenieros S.A.C.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de la calicata ejecutada:

Tabla N°01 RESUMEN DE EXCAVACIÓN DE LA CALICATA

| CALICATA | PROFUNDIDAD | NIVEL FREÁTICO |
|----------------|-------------|----------------|
| CALICATA N° 01 | 3 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°2 | 4 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N° 03 | 5 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°4 | 6 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°5 | 7 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°6 | 8 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°7 | 9 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°8 | 10 metros | NO PRESENTA |
| CALICATA N°9 | 11 metros | NO PRESENTA |

Observaciones:

- En las calicatas no se encontró napa freática.

3.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

3.2.1 ENSAYOS ESTÁNDAR

De las muestras extraídas se han realizado ensayos estándar para clasificación de suelos y la determinación de las propiedades tanto físicas como mecánicas del suelo de fundación.

Los ensayos se ejecutaron siguiendo las normas ASTM (American Society For Testing and Materials). Las normas para estos ensayos son las siguientes:

- ✓ Análisis granulométrico por tamizado ASTM D422
- ✓ Contenido de humedad ASTM D2216
- ✓ Densidad Natural ASTM D2937
- ✓ Clasificación SUCS ASTM D2487
- ✓ Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos: ASTM D4318

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo con el Sistema Unificado De Clasificación De Suelos (S.U.C.S), bajo la Norma A.S.T.M.D. 2487

Tabla N°2: Resultados de los ensayos estándar

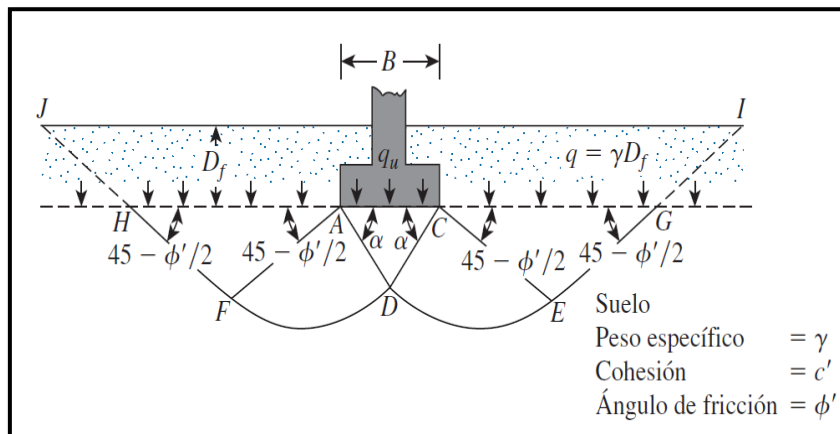
| | CALICATA N°1 | CALICATA N°2 | CALICATA N°3 | CALICATA N°4 | CALICATA N°5 | CALICATA N°6 | CALICATA N°7 | CALICATA N°8 | CALICATA N°9 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| FECHA DE MOLDEO | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 |
| CÓDIGO DE MUESTRA | KISAC-EMS-140 | KISAC-EMS-141 | KISAC-EMS-142 | KISAC-EMS-143 | KISAC-EMS-144 | KISAC-EMS-145 | KISAC-EMS-146 | KISAC-EMS-147 | KISAC-EMS-148 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8.30% | 6.70% | 7.70% | 7.90% | 35.50% | 45.50% | 37% | 42.70% | 35.10% |
| GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO | OVER (%) | 0% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | GRAVAS(%) | 36% | 39.50% | 39% | 36% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | ARENAS(%) | 35% | 41.50% | 41.70% | 34.90% | 16.80% | 10.90% | 16.40% | 14.30% |
| | FINOS(%) | 29% | 19.00% | 19.30% | 29.10% | 83.20% | 89.10% | 83.60% | 85.70% |
| CLASIFICACIONES SUCS | GC | SM | SM | GC | CH | CH | CH | MH | CH |
| LÍMITES DE ATTERBERG | LL | 22.70% | NP | 31.61% | 22.30% | 56.70% | 55.99% | 53.48% | 55.90% |
| | LP | 15.00% | NP | 23.51% | 15.00% | 28.30% | 23.53% | 24.51% | 34.60% |
| | IP | 7.70% | NP | 8% | 7.30% | 28% | 32% | 29% | 21% |

4. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

4.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE EN SUELOS

Se realizará los cálculos de la capacidad admisible del terreno para una cimentación superficial.

TEORÍA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación última de carga es la siguiente

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación continua o corrida})$$

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$



4.2.1 CAPACIDAD ADMISIBLE POR RESISTENCIA

La capacidad de carga se ha analizado usando la fórmula de Terzaghi y Peck (1967) con los parámetros de Vesic

(1973).



KAOLYN INGENIEROS SAC

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.

RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

$$q_u = S_c C N_c + S_g \frac{1}{2} g B N_\gamma + S_q g D_f N_q$$

$$q_{ad} = \frac{q_u}{F_s}$$

Dónde:

q_u = Capacidad última de carga

q_{ad} = Capacidad admisible de carga

FS = Factor de Seguridad = 3

γ = Peso Unitario del Suelo

B = Ancho de cimentación

L= Longitud de Cimentación

C = Cohesión

Df = Profundidad de cimentación

N_c, N_γ, N_q = Parámetros de capacidad portante en función de ϕ

S_c, S_γ, S_q = Factores de forma

ϕ = Angulo de fricción

Considerando los datos obtenidos tenemos lo siguiente:

Tabla 3. Resultados de capacidad portante de la calicata

| DESCRIPCIÓN | CALICATA N°1 | CALICATA N°2 | CALICATA N°3 | CALICATA N°4 | CALICATA N°5 | CALICATA N°6 | CALICATA N°7 | CALICATA N°8 | CALICATA N°9 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Fecha de muestreo | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 |
| Código de muestra | KISAC-EMS-141 | KISAC-EMS-141 | KISAC-EMS-142 | KISAC-EMS-143 | KISAC-EMS-144 | KISAC-EMS-145 | KISAC-EMS-146 | KISAC-EMS-147 | KISAC-EMS-148 |
| Prof. De la excavación (m) | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m |
| Tipo de suelo | GC | SM | SM | GC | CH | CH | CH | MH | CH |
| Angulo de fricción interna | 28% | 33.00% | 33.90% | 28.00% | 23.40% | 24.60% | 24.30% | 24.90% | 18.50% |
| Cohesión (kg/cm2) | 2.10% | 0.10% | 0.04% | 2.10% | 0.05% | 0.05% | 0.02% | 0.00% | 0.90% |
| Capacidad de carga | 1.12% | 0.95% | 0.96% | 1.12% | 0.72% | 0.76% | 0.76% | 0.77% | 0.74% |

Factores de seguridad: Para el cálculo de la capacidad de carga admisible, mediante métodos estáticos, a partir de la carga última, se utilizarán los factores de seguridad estipulados

Los factores de seguridad mínimos que deberán tener las cimentaciones son los siguientes:

a) Para cargas estáticas: 3,0

b) Para sollicitación máxima de sismo o viento (la que sea más desfavorable): 2,5

Para el cálculo mediante métodos dinámicos, se utilizará el factor de seguridad correspondiente a la fórmula utilizada. En ningún caso el factor de seguridad en los métodos dinámicos será menor de 2.

El módulo de balasto vertical es un parámetro utilizado para estimar las deformaciones en los suelos producto de las cargas que transmite una zapata o losa a los niveles geotécnicos sobre los que se apoya. Estas deformaciones son de tipo instantáneo, por lo que no se computan los asentamientos por consolidación de los terrenos cohesivos blandos o compresibles.

Es decir, el coeficiente de balasto relaciona la tensión transmitida al terreno por una placa rígida con la penetración de esta en el suelo.

Normalmente en estudios geotécnicos de edificación, se recurre a tablas bibliográficas como la propuesta por el CTE-SEC y mostrada a continuación:

Tabla 4. Valores de coeficiente de balasto

| Tipo de suelo | Coficiente de balasto K₃₀ (MN/m³) |
|------------------------|--|
| Arcilla blanda | 15 – 30 |
| Arcilla media | 30 – 60 |
| Arcilla dura | 60 – 200 |
| Limo | 15 – 45 |
| Arena floja | 10 – 30 |
| Arena media | 30 – 90 |
| Arena compacta | 90 – 200 |
| Grava arenosa floja | 70 – 120 |
| Grava arenosa compacta | 120 – 300 |



Una vez definido el valor de K₃₀, puede determinarse el módulo de balasto vertical según las siguientes expresiones (Rodríguez Ortiz, 1973):



KAOLYN INGENIEROS SAC

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.
RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

Para una **zapata cuadrada** de lado B (m) el coeficiente de balasto valdrá:

- Para suelos cohesivos:

$$k = \frac{k_{30} \cdot 0.3}{B}$$

- Para suelos arenosos

$$k = k_{30} \left(\frac{B + 0.3}{2B} \right)^2$$

Cálculo del coeficiente de balasto para cada calicata estudiada:

CALICATA 1

- Cálculo de k₃₀:

Tabla 5. Cálculo de k₃₀

| TIPO DE SUELO | ARCILLA BLANDA |
|---------------|----------------|
| K30 | 30 |

- Cálculo del coeficiente de balasto (k_s):

Tabla 6. Cálculo del coeficiente de balasto

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Ancho de cimentación B(m) | 1 |
| k ₃₀ (MN/m ³) | 30 |
| Tipo de terreno (granular o coh) | cohesivo |
| K _s (MN/m ³) | 9 |

KAOLYN INGENIEROS SAC

Ing. Lilian Rocío Villanueva Berra
GERENTE GENERAL

5. CONCLUSIONES

Correlacionando la investigación de campo realizada con los resultados de los ensayos de laboratorio y según el análisis efectuado en el transcurso del informe establecemos las siguientes conclusiones:

- En la excavación de las calicatas:
- En las calicatas no se ENCONTRÓ PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA.
- La profundidad mínima para la cimentación es de 3.50 metros del nivel de terreno muestreado.
- Resumen de clasificación de la muestra ensayada en laboratorio:

| | CALICATA N°1 | CALICATA N°2 | CALICATA N°3 | CALICATA N°4 | CALICATA N°5 | CALICATA N°6 | CALICATA N°7 | CALICATA N°8 | CALICATA N°9 |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| FECHA DE MOLDEO | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 |
| CÓDIGO DE MUESTRA | KISAC-EMS-140 | KISAC-EMS-141 | KISAC-EMS-142 | KISAC-EMS-143 | KISAC-EMS-144 | KISAC-EMS-145 | KISAC-EMS-146 | KISAC-EMS-147 | KISAC-EMS-148 |
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8.30% | 6.70% | 7.70% | 7.90% | 35.50% | 45.50% | 37% | 42.70% | 35.10% |
| GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO | OVER (%) | 0% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | GRAVAS(%) | 36% | 39.50% | 39% | 36% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% |
| | ARENAS(%) | 35% | 41.50% | 41.70% | 34.90% | 16.80% | 10.90% | 16.40% | 18.80% |
| | FINOS(%) | 29% | 19.00% | 19.30% | 29.10% | 83.20% | 89.10% | 83.60% | 81.20% |
| CLASIFICACIONES SUCS | GC | SM | SM | GC | CH | CH | CH | MH | CH |
| LÍMITES DE ATTERBERG | LL | 22.70% | NP | 31.61% | 22.30% | 56.70% | 55.99% | 53.48% | 55.90% |
| | LP | 15.00% | NP | 23.51% | 15.00% | 28.30% | 23.53% | 24.51% | 34.60% |
| | IP | 7.70% | NP | 8% | 7.30% | 28% | 32% | 29% | 21% |

- Las dimensiones para cimentación son las siguientes:

| DESCRIPCIÓN | CALICATA N°1 | CALICATA N°2 | CALICATA N°3 | CALICATA N°4 | CALICATA N°5 | CALICATA N°6 | CALICATA N°7 | CALICATA N°8 | CALICATA N°9 |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Fecha de muestreo | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 | 11/05/2023 |
| Código de muestra | KISAC-EMS-140 | KISAC-EMS-141 | KISAC-EMS-142 | KISAC-EMS-143 | KISAC-EMS-144 | KISAC-EMS-145 | KISAC-EMS-146 | KISAC-EMS-147 | KISAC-EMS-148 |
| Prof. De la excavación (m) | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m | 3m |
| Tipo de suelo | GC | SM | SM | GC | CH | CH | CH | MH | CH |
| Angulo de fricción interna | 28% | 33.00% | 33.90% | 28.00% | 23.40% | 24.60% | 24.30% | 24.90% | 18.50% |
| Cohesión (kg/cm ²) | 2.10% | 0.10% | 0.04% | 2.10% | 0.05% | 0.05% | 0.02% | 0.00% | 0.90% |
| Capacidad de carga | 1.12% | 0.95% | 0.96% | 1.12% | 0.72% | 0.76% | 0.76% | 0.77% | 0.74% |

6. RECOMENDACIONES

- La cimentación no deberá realizarse sobre suelos blandos o en presencia de materiales de desechos o rellenos sanitarios.
- “Pre-Humectación” del Suelo: la teoría de “prehumectar “el suelo antes de la construcción está basada en el hecho de que si al suelo se le permite que se expanda antes de la construcción y si luego la humedad del suelo es mantenida, no es de esperar cambios volumétricos y por lo tanto no es esperable daños sobre la estructura.
- En caso de encontrar suelos granulares el asentamiento diferencial se puede estimar como el 75% del asentamiento total.
- Se recomienda los Rellenos Controlados son aquellos que se construyen con Material Seleccionado, tendrán las mismas condiciones de apoyo que las cimentaciones superficiales. Los métodos empleados





KAOLYN INGENIEROS SAC
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.
RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

en su conformación, compactación y control dependen principalmente de las propiedades físicas del material. El material seleccionado con el que se debe construir el Relleno Controlado deberá ser compactado de la siguiente manera:

- a. Si tiene más de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad mayor o igual del 90% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
 - b. Si tiene igual o menos de 12% de finos, deberá compactarse a una densidad no menor del 95% de la máxima densidad seca del método de ensayo Proctor Modificado, NTP 339.141 (ASTM D 1557), en todo su espesor.
- Elegir el tipo de cimentación más adecuada y los métodos constructivos
 - Fijar el nivel de apoyo de los cimientos o las condiciones para establecerlos con precisión durante el transcurso de las obras.
 - Se recomienda la eliminación del material orgánico en su totalidad y debe ser reemplazado por afirmado o material de relleno.
 - No se recomienda usar terrenos arcillosos como rellenos de material propio.
 - El ingeniero estructurista estará a cargo de determinar las dimensiones de la cimentación, acorde a la capacidad portante del terreno de fundación compatible con las cargas transmitidas y la norma E-060.
 - Se recomienda la eliminación de material orgánico y mejoramiento con Over de 0.20mts.
 - A la presencia de nivel freático se recomienda proteger las estructuras con geomembrana u otro impermeabilizante el cual se deberá realizar preferentemente por las caras exteriores de cada elemento.
 - Se recomienda la realización de un mejoramiento en las estructuras (realizar una falsa loza de cimentación).
 - Las zapatas deberán ser unidas con una viga de amarre.
 - Realizar el subdrenaje en toda la estructura, evitando contacto con la cimentación.


KAOLYN INGENIEROS SAC
Ing. Lilian Rocío Villanueva Bata
GERENTE GENERAL



KAOLYN INGENIEROS SAC.

ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS



ANEXO A:
**ENSAYOS DE LABORATORIO
DE MECÁNICA DE SUELOS**

KAOLYN
INGENIEROS S.A.C

KAOLYN INGENIEROS SAC

Consultoría, Topografía, Laboratorio de Mecánica de suelos,
concreto y pavimentos, Ejecución de obras civiles,
Saneamiento de terrenos, Compra venta y alquiler de equipos
de topografía y equipos livianos.

Jr. Paraiso N° 120- CAJAMARCA
Teléfonos: 984 336450 / 970 909446 / 984 335834

RUC: 20529476931
correo electrónico: kisac@hotmail.es /
laboratoriokaolyn@gmail.com

ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:

**" DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE
MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE
DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO,
CAJAMARCA, 2023"**



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

| | | |
|--------------------------|--|--|
| Título: | CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 4643 / D 2216 | Código de control Nro. KISAC-EMS-ASLL-140-2023 |
| Nro. De Revisión: | A | Fecha de revisión de formato: MAYO,2023 |
| | | Página 1 de 1 |

| | | |
|------------------------|---|-----------------------------------|
| Obra: | " DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023" | Fecha muestreo: 11/05/2023 |
| Descripción: | CALICATA N°1 | |
| Muestreado por: | SOLICITANTE | |
| Solicitado por: | AGUILAR PILCO, ANA MARÍA | |

Condiciones de Secado: 60°C / 110°C **Método :** Horno (O) **Microonda (M)**

| Muestra No. | KISAC-EMS-ASLL-140-2023 | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------|-----------------------|---|
| Ubicación | E = | N = | Z = | |
| Profundidad | 3.50 metros | | | |
| Muestra o Ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
| RECIPIENTE No | C12 | C2 | | |
| Pr + Ph A | 1486.0 | 1515.0 | | |
| Pr + Ps B | 1380.0 | 1405.0 | | |
| Pr C | 87.0 | 87.0 | | |
| P. AGUA D = A - B | 106.0 | 110.0 | | |
| Ps E = B - C | 1293.0 | 1318.0 | | |
| % DE HUMEDAD (D/E) * 100 | 8.2 | 8.3 | Promedio = 8.3 | |
| CLASIFICACION SUCS | GC | | | |

OBSERVACIONES:

| Muestra No. | | | | |
|--------------------------|-----|-----|-----|---|
| Ubicación | E = | N = | Z = | |
| Profundidad | | | | |
| Muestra o ensayo | 5 | 6 | 7 | 8 |
| RECIPIENTE No | | | | |
| Pr + Ph A | | | | |
| Pr + Ps B | | | | |
| Pr C | | | | |
| P. AGUA D = A - B | | | | |
| Ps E = B - C | | | | |
| % DE HUMEDAD (D/E) * 100 | | | | |

OBSERVACIONES

PR= PESO DEL RECIPIENTE

PH= PESO HUMEDO

PS= PESO SECO

| EJECUTÓ | APROBÓ | RESULTADO |
|-----------------------|--|--|
| | ING. LILIAN ROCÍO VILLAMUEVA BERZÁN INGENIERA EN MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO CIP: 316722 | <input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA |
| KAOLYN INGENIEROS SAC | INGENIERO ESPECIALISTA | CONCLUSION |



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,

MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD

Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

| | | |
|---|---|--|
| Título: LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | | Código de control Nro. KISAC-EMS-ASLL-140-2023 |
| Nro de revisión: A | Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023 | Página 1 de 1 |

| | |
|--|-------------------------------------|
| Obra: " DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023" | Fecha de Muestreo: 11-May-23 |
| Localización E = _____ N = _____ Cota m.s.n.m. _____ | Zona SIERRA, RURAL |
| Descripción: CALICATA N°1 | |
| Muestra No.: KISAC-EMS-ASLL-140-2023 | |
| Solicitado por: AGUILAR PILCO, ANA MARÍA | |
| Muestreado por: SOLICITANTE | |

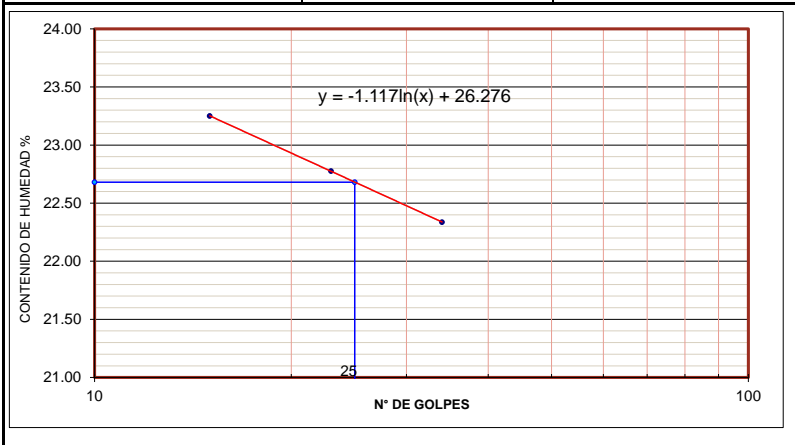
LÍMITES DE CONSISTENCIA

LÍMITE LÍQUIDO

| Muestra o ensayo | 1 | 2 | 3 | 4 |
|------------------|-------|-------|-------|---|
| No DE GOLPES | 15 | 23 | 34 | |
| RECIPIENTE No | A82 | A57 | A87 | |
| Pr + Ph | 61.35 | 60.97 | 57.15 | |
| Pr + Ps | 59.19 | 58.64 | 55.2 | |
| P. AGUA | 2.16 | 2.33 | 1.95 | |
| Pr | 49.9 | 48.41 | 46.47 | |
| Ps | 9.29 | 10.23 | 8.73 | |
| % DE HUMEDAD | 23.25 | 22.78 | 22.34 | |

LÍMITE PLÁSTICO

| RECIPIENTE No | P58 | P80 | | |
|---------------|-------|-------|-----------------------|--|
| Pr + Ph | 36.11 | 38.49 | | |
| Pr + Ps | 35.18 | 37.39 | | |
| P. AGUA | 0.93 | 1.10 | | |
| Pr | 28.97 | 30.10 | | |
| Ps | 6.21 | 7.29 | | |
| % DE HUMEDAD | 14.98 | 15.09 | Promedio= 15.0 | |



HUMEDAD NATURAL %: 8.3
LÍMITE LÍQUIDO %: 22.7
LÍMITE PLÁSTICO %: 15.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD %: 7.7

| No. Golpes | Factor K |
|------------|----------|
| 20 | 0.974 |
| 21 | 0.979 |
| 22 | 0.985 |
| 23 | 0.990 |
| 24 | 0.995 |
| 25 | 1.000 |
| 26 | 1.005 |
| 27 | 1.009 |
| 28 | 1.014 |
| 29 | 1.018 |
| 30 | 1.022 |

OBSERVACIONES: Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.

| | | |
|-------------------------|---|----------------|
| PR= PESO DEL RECIPIENTE | TEMPERATURA DE SECADO | AGUA USADA |
| PH= PESO HUMEDO | PREPARACION DE LA MUESTRA 60° C AMBIENTE | DESTILADA OTRA |
| PS= PESO SECO | CONTENIDO DE HUMEDAD 60° C 110° C | POTABLE |

| EJECUTÓ | APROBÓ | RESULTADO |
|-----------------------|------------------------|--|
| | | <input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA |
| KAOLYN INGENIEROS SAC | INGENIERO ESPECIALISTA | CONCLUSION |



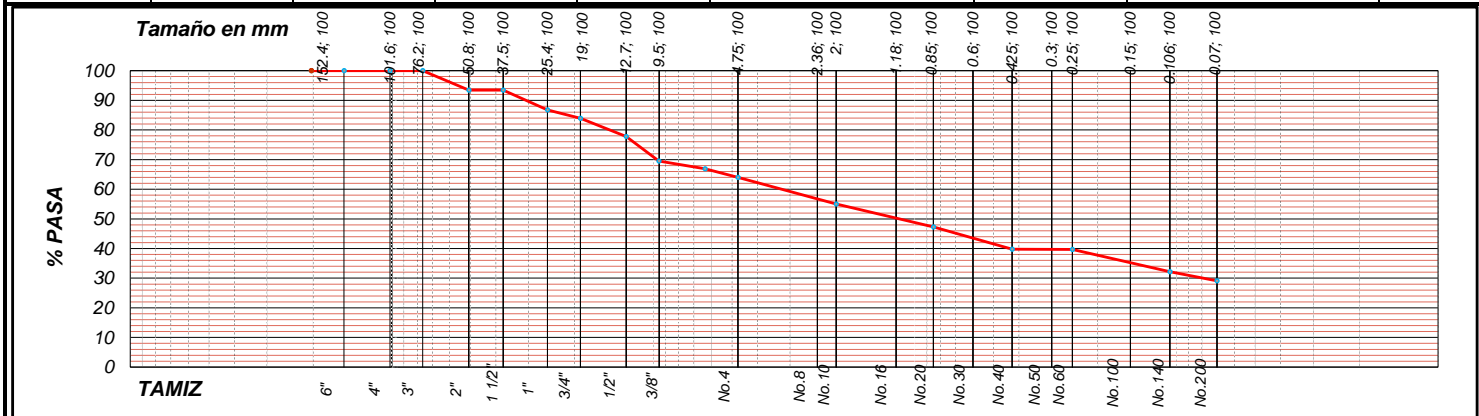
KAOLYN INGENIEROS S.A.C

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS,
MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSB**
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

| | | |
|---|---|---|
| Título: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D 422 / C136 | | Código de control Nro. KISAC-EMS-ASLL-1402023 |
| Nro de revisión: A | Fecha de revisión de formato: MAYO, 2023 | Página 1 de 1 |

| | | | |
|-------------------------|--|----------------------|--------------------------------------|
| Obra | " DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023" | | Fecha de Muestreo: 11/05/2023 |
| Localización X = | Y = | Cota m.s.n.m. | |
| Descripción: | CALICATA N°1 | | |
| Muestreado por: | EL SOLICITANTE | | |
| Solicitado por: | AGUILAR PILCO, ANA MARÍA | | |

| Tamaño Tamiz | Peso Reten. Acumulado | % Retenido | % Pasa | Especific. Nivel I | Cantidad de suelo que pasa el tamiz No. 4 (Compactación AASHTO): [1-contenido de humedad (-No.4)/100*(6000g ó 13.231 lb)*(-No. 4)*(-2)] |
|--------------|-----------------------|------------|--------|--------------------|--|
| 8" | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | Cantidad de suelo entre los tamices 3/4 y N°4 (Compactación AASHTO): 1.01*(6000 ó 13.231 lb)*[(-2)-(-No.4)](-2) |
| 6" | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | Condiciones de Secado y Lavado del suelo Retenido en la malla N° 4 Secado a 110°C sin lavar. |
| 4" | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 3" | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | |
| 2" | 250.0 | 6.6 | 93.4 | | |
| 1 1/2" | 250.0 | 6.6 | 93.4 | | |
| 1" | 500.0 | 13.2 | 86.8 | | Peso suelo Húmedo que pasa (g) 2700.0 |
| 3/4" | 610.0 | 16.1 | 83.9 | | Peso suelo seco que pasa (g) 2,423.7 |
| 1/2" | 840.0 | 22.2 | 77.8 | | Peso suelo seco retenido (g) 1365.0 |
| 3/8" | 1155.0 | 30.5 | 69.5 | | Peso suelo seco total (g) 3788.7 |
| 1/4" | 1255.0 | 33.1 | 66.9 | | OVER= 0.0 % CLASIFICACIÓN SUCS: Cu= - |
| No. 4 | 1365.0 | 36.0 | 64.0 | | GRAVA= 36 % GC Cc= - |
| No. 8 | | | | | ARENA= 34.9 % CLASIFICACIÓN AASHTO: COLOR: |
| No. 10 | 53.4 | 45.0 | 55.0 | | FINOS= 29.1 % A-2-7 MARRON |
| No. 16 | 88.9 | 51.0 | 49.0 | | DESCRIPCIÓN Grava arcillosa con arena |
| No. 20 | 99.3 | 52.7 | 47.3 | | Contenido de humedad de la fracción de Suelo que pasa la malla N° 4 % de suelo seco que pasa la malla No. 200 |
| No. 30 | 119.8 | 56.2 | 43.8 | | No. Tara C-2 No. Tara C-2 |
| No. 40 | 143.9 | 60.2 | 39.8 | | Peso Húmedo + Tara 510.1 Peso Seco + Tara 466.9 |
| No. 50 | 144.3 | 60.3 | 39.7 | | Peso Seco + Tara 466.9 P. Seco Lavado +Tara 294.2 |
| No. 60 | 144.5 | 60.3 | 39.7 | | Peso de Tara 87.1 Peso de Tara 88.6 |
| No. 100 | 170.6 | 64.7 | 35.3 | | Peso del Agua 43.3 Suelo Seco (-No. 200) g 172.7 |
| No. 140 | 188.8 | 67.8 | 32.2 | | Peso Seco 379.8 Suelo Seco (+No. 200) g 205.6 |
| No. 200 | 207.1 | 70.9 | 29.1 | | Cont. de humedad % 11.4 Suelo Seco (-No. 200) % 29.1 |
| Platillo | 207.2 | | | | |



OBSERVACIONES: MUESTRA INTEGRAL AL 100% PARA EL ENSAYO.
 Las muestras fueron ingresadas por el solicitante.

| | | |
|------------------------------|-------------------------------|--|
| EJECUTÓ | APROBÓ | RESULTADO |
| | | <input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA |
| KAOLYN INGENIEROS SAC | INGENIERO ESPECIALISTA | CONCLUSION |



KAOLYN INGENIEROS S.A.C

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS. ENSAYOS FISICOS, QUIMICOS, MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO. RESOLUCION: 018207-2015/DSD
 Jr. PARAISO Nro. 120 Urb. COLUMNBO. CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA
 Contacto: 970909450 / 984336450 - Correo: kisac@hotmail.es

| | | |
|--|--|--|
| Título: CAPACIDAD PORTANTE ASTM D 422 / C136 | | Código de control Nro. KISAC-EMS-ASLL-140-2023 |
| Nro de revisión: A | Fecha de revisión del Formato: MAYO, 2023 | Página 1 de 1 |

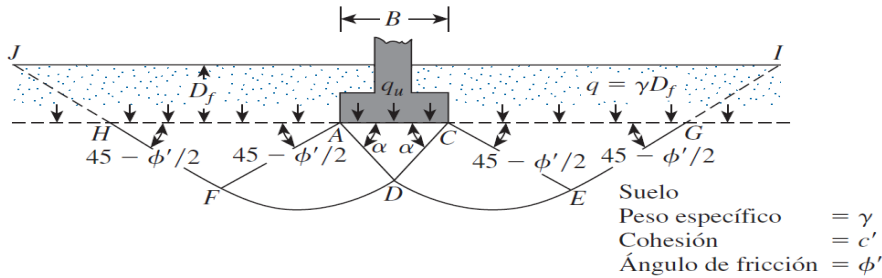
Obra : " DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE MÉTODOS ANALÍTICOS UTILIZANDO EL ENSAYO DE CORTE DIRECTO Y CORRELACIÓN DE ESTUDIOS, COLUMBITO, CAJAMARCA, 2023"

Localización E= _____ **N=** _____ **Cota m.s.n.m.** _____ **Capa** _____

Descripción: CALICATA N°1

Solicitado por: AGUILAR PILCO, ANA MARÍA **Muestreado por:** SOLICITANTE

TEORIA DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA SEGÚN TERZAGHI



La ecuación ultima de carga es la siguiente

$$\text{Cimentación Continua o Corrida: } q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$$

$$\text{Cimentación Cuadrada: } q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma B N_\gamma$$

Datos:

| | | |
|--|---------|--|
| CLASIFICACIÓN SUCS: | GC | |
| Ángulo de fricción interna (°) | = 28.0 | Nc, Nq, N γ : Factores de capacidad |
| Cohesión (Kg/cm ²) | = 2.10 | Nc = 14.42 |
| Porcentaje de humedad (%) | = 8.3 | Nq = 6.13 |
| Densidad natural (gr/cm ³) | = 1.650 | N γ = 3.30 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | = 1.524 | |

*** PARA CIMENTACION CUADRADA**

Ancho = 1.00 m
 Prof. = 1.50 m
 F_s = 3.0
 q_h = 33.53 tn/m²
 q_{adm} = 11.18 tn/m²
 q_{adm} = 1.12 Kg/cm²

*** PARA CIMENTACION CORRIDA**

Ancho = 1.00 m
 Prof. = 1.50 m
 F_s = 3.0
 q_h = 29.98 tn/m²
 q_{adm} = 9.99 tn/m²
 q_{adm} = 1.00 Kg/cm²

| | | |
|---|--|--|
| EJECUTO | APROBÓ | RESULTADO |
|  |  | <input type="radio"/> CUMPLE <input type="radio"/> NO CUMPLE <input type="radio"/> NO APLICA |
| KAOLYN INGENIEROS SAC | INGENIERO ESPECIALISTA | CONCLUSION |



KAOLYN INGENIEROS SAC

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS.
ENSAYOS FÍSICOS, QUÍMICOS, MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO.
RESOLUCIÓN: 018207-2015/DSD

ANEXO B:

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía 01: se muestra la descripción de la calicata N°01



fotografía 02: se muestra la ubicación de la calicata N°02



Fotografía 03: se visualiza la extracción del material con un color marrón oscuro de la calicata n°03.



Fotografía 04: se visualiza la extracción del material, con un color marrón oscuro.

