

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES  
MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO  
YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES  
DE CARRETERAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autores:**

Bonifacio Vergara, Abel Jesus

<https://orcid.org/0000-0002-4303-2243>

Bravo Cabanillas, Jose Manuel

<https://orcid.org/0000-0003-3049-2301>

**Asesor:**

Dr. Sócrates Pedro Muñoz Pérez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación:**

**Tecnología e Innovación en Desarrollo de la Construcción y la  
Industria en un Contexto de Sostenibilidad**

**Sub Línea de Investigación:**

**Innovación y Tecnificación en Ciencia de los Materiales, Diseño e  
infraestructura.**

**Pimentel – Perú**

**2024**

**ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO  
ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA  
FINES DE CARRETERAS.**

**Aprobación del jurado**

---

MAG. IDROGO PEREZ CESAR ANTONIO  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

MAG. DELGADO PÉREZ MILTHON JEINER  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

MAG. SEGURA SAAVEDRA WISTON ENRIQUE  
**Vocal del Jurado de Tesis**



Universidad  
Señor de Sipán

### DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quienes suscriben la DECLARACION JURADA, somos **Egresados** del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

#### **ESTUDIO MICROSTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencia bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Bonifacio Vergara Abel Jesus.	DNI: 76443188	
Bravo Cabanillas José Manuel.	DNI: 72314670	

Pimentel, 25 de febrero de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

**BONIFACIO ABEL - BRAVO JOSE.pdf**

AUTOR

**BONIFACIO ABEL - BRAVO JOSE**

RECuento de palabras

**9970 Words**

Recuento de caracteres

**45954 Characters**

Recuento de páginas

**46 Pages**

Tamaño del archivo

**1.9MB**

Fecha de entrega

**Jun 29, 2024 12:56 AM GMT-5**

Fecha del informe

**Jun 29, 2024 12:57 AM GMT-5**

● **22% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 20% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

## Dedicatoria

Sobre todo, a Dios que sin El nada fuera posible, por su infinito amor y misericordia.

A mi abuela **Cleotilde Zuloeta Cruzalegui**; que en paz descanse, quien fue una persona muy amorosa quien me enseñó muchas cosas buenas para la vida.

Para mis padres **Ever Mauricio Bravo Zarate** y **Silvia Ysabel Cabanillas Zuloeta** que sin su paciencia, amor y apoyo no hubiera logrado esta meta propuesta en mi vida. De igual forma a mi hermana **Karen Bravo Cabanillas** quien me apoyo en los momentos difíciles.

A mi pareja **Berenisse Tullume Gonzales** por su paciencia, amor, comprensión y quien está apoyándome en cada decisión que tomo, a mi familia Bravo Zarate que a pesar de la distancia me dieron ánimos para que siga adelante.

### **Jose Manuel Bravo Cabanillas**

Principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante.

A mi padre **Teobaldo Bonifacio D.** y **Madre María Delia Vergara de Bonifacio**, por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional sin importar nuestras diferencias de opiniones.

A mis hermanos por compartir momentos significativos conmigo, por siempre estar dispuestos a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A mi novia **Ines Aberlí Nieves Vílchez**, por estar dispuesta siempre a apoyarme. A mis compañeros con los que eh formado un equipo.

**Abel Jesus Bonifacio Vergara**

## **Agradecimientos**

Primeramente, a Dios, a mis docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la USS, por los conocimientos compartidos y grandes experiencias a lo largo de nuestra vida universitaria.

A cada una de las personas que estuvieron en el proceso de este estudio de investigación.

A la familia de la facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Señor de Sipán.

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	5
Agradecimientos .....	6
Índice de tablas .....	8
Índice de figuras .....	9
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
I.INTRODUCCION .....	12
1.1 Realidad problemática.....	12
1.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Hipótesis. ....	17
1.4 Objetivos .....	17
1.5 Teorías relacionadas al tema .....	18
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	21
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	21
2.2 Variables, Operacionalización.....	22
2.3 Población de estudio, muestra, muestro y criterios de selección. ....	25
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	28
2.1 Procedimiento de análisis de datos.....	30
2.2 Criterios éticos.....	33
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
3.1 Resultados. ....	34
3.2 Discusión.....	55
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	56
4.1 Conclusiones.....	56
4.2 Recomendación. ....	57
Referencias .....	58
ANEXOS .....	62

## Índice de tablas

Tabla I.	<i>Operacionalización de variable dependiente.....</i>	23
Tabla II.	<i>Operacionalización de variable independiente.....</i>	24
Tabla III.	<i>Ensayos mecánicos al suelo arcilloso.....</i>	27
Tabla IV.	<i>Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC en 4 porcentajes para su evaluación. ....</i>	27
Tabla V.	<i>Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC + fibra de YUTE en 4 porcentajes para su evaluación.....</i>	27
Tabla VI.	<i>Recolección de CBC a diferente temperatura.....</i>	34
Tabla VII.	<i>Composición físico-químico de las 4 muestras de CBC.....</i>	37
Tabla VIII.	<i>Composición química medida por EDS en diferentes regiones .....</i>	43
Tabla IX.	<i>Composición FISICO-QUIMICA de la fibra de YUTE.....</i>	43
Tabla X.	<i>Clasificación del suelo natural.....</i>	44
Tabla XI.	<i>Resultados obtenidos de nuestro suelo natural. ....</i>	44
Tabla XII.	<i>Resultado de ensayo de Proctor al T.N.....</i>	45
Tabla XIII.	<i>Determinación del CBR.....</i>	45
Tabla XIV.	<i>Valor de CBR de penetración.....</i>	45

## Índice de figuras

<b>Fig.1</b>	Procedimiento Inicial.....	30
<b>Fig.2</b>	Procedimiento desarrollado para los resultados .....	31
<b>Fig.3</b>	Procedimiento desarrollado para los resultados .....	32
<b>Fig.4</b>	CBC a temperatura de 650°C.....	35
<b>Fig.5</b>	CBC a temperatura de 700°C.....	35
<b>Fig.6</b>	CBC a temperatura de 750°C.....	36
<b>Fig.7</b>	CBC a temperatura de 800°C.....	36
<b>Fig.8</b>	Tipo de ceniza a diferente temperatura. ....	37
<b>Fig.9</b>	Resultado para CBC a temperatura de 650°C.....	38
<b>Fig.10</b>	Resultados para CBC a temperatura de 700°C .....	38
<b>Fig.11</b>	Resultado para CBC a temperatura de 750°C.....	39
<b>Fig.12</b>	Resultado de CBC a temperatura de 800°C .....	39
<b>Fig.13</b>	Temperatura optima CBC.....	40
<b>Fig.14</b>	Se presenta la visión general de la amplia variedad de compuestos presentes en la muestra de interés. ....	41
<b>Fig.15</b>	Se muestra la Zona 1 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico.....	41
<b>Fig.16</b>	Se muestra la Zona 2 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico de cada grano de ceniza.....	41
<b>Fig.17</b>	Son los granos más prominentes dentro de la muestra.....	42
<b>Fig.18</b>	Se muestra los granos más prominentes dentro de la muestra.....	42
<b>Fig.19</b>	Adición de CBC en suelo de C-1 .....	46
<b>Fig.20</b>	Adición de CBC en suelo de C-2 .....	47
<b>Fig.21</b>	Adición de CBC en suelo de C-3.....	48
<b>Fig.22</b>	Adición de CBC en suelo de C-4 .....	49
<b>Fig.23</b>	Adición de CBC y YUTE en T.N.1 .....	49
<b>Fig.24</b>	Adición de CBC y YUTE en T.N.2 .....	50
<b>Fig.25</b>	Adición de CBC y YUTE en T.N.3 .....	51
<b>Fig.26</b>	Adición de CBC y YUTE en T.N.4 .....	51
<b>Fig.27</b>	Permeabilidad C-01+20%CBC+1.50%YUTE. ....	52
<b>Fig.28</b>	Permeabilidad C-02+20%CBC+1.50%YUTE. ....	53
<b>Fig.29</b>	Permeabilidad C-03+20%CBC+1.50%YUTE. ....	53
<b>Fig.30</b>	Permeabilidad C-04+20%CBC+1.50%YUTE. ....	54

## RESUMEN

Nuestra investigación quiere dar solución al problema del suelo arcilloso que genera daños en las diferentes estructuras de la construcción. Nuestro objetivo es analizar el estudio de su característica microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso habiendo incorporado fibra de Yute y ceniza de bagazo de caña (CBC) en el distrito de La Victoria, Chiclayo. El método empleado fue el siguiente: realizar cuatro calicatas cada 500 metros, obtener el bagazo de caña y quemarlo a 4 temperaturas (650°, 700°, 750° y 800°), obtenido la CBC y la adición del yute, se procedió a realizar el ensayo físico-químico, el ensayo mecánico y el análisis de microscopía electrónica EDS. Obteniendo como resultado óptimo de temperatura del quemado de la CBC la de 800°, se procedió a realizar la combinación del suelo patrón de cada calicata con la adición del óptimo de la CBC en dosis de 5%, 10%, 15% y 20% y del yute en una dosis de 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50%, para el Proctor Modificado realizado al suelo natural, se obtuvo que la calicata 4 tiene una densidad máxima seca de 1.46 g/cm<sup>3</sup> y un óptimo contenido de humedad del 16.50%, la cual pertenece a la clasificación AASHTO A-6 (10) y una clasificación SUCS perteneciente al grupo CL que define al suelo como una arcilla de baja plasticidad con arena.

Concluyendo que la mejor combinación para estabilizar el suelo patrón de cada calicata fue la adición del 20% para la CBC y mientras que para el yute fue la del 1.50%.

**Palabras Clave:** Suelos arcillosos, yute, cenizas de bagazo de caña, estabilización, ensayos mecánicos.

## ABSTRACT

Our research aims to provide a solution to the problem of clayey soil that causes damage to different construction structures. Our objective is to analyze the study of its microstructural characteristics and mechanical properties of clayey soil having incorporated jute fiber and sugarcane bagasse ash (CBC) in the district of La Victoria, Chiclayo. The method used was as follows: make four pits every 500 meters, obtain the sugarcane bagasse and burn it at 4 temperatures (650°, 700°, 750° and 800°), obtained the CBC and the addition of jute, proceeded to perform the physical-chemical test, the mechanical test and the analysis of electron microscopy EDS. Obtaining 800° as the optimum temperature for the burning of the CBC, we proceeded to combine the standard soil of each test pit with the addition of the optimum of CBC in doses of 5%, 10%, 15% and 20% and of jute in a dose of 0.75%, 1.00%, 1.25% and 1.50%, for the Modified Proctor performed on the natural soil, it was obtained that the calicata 4 has a maximum dry density of 1.46 g/cm<sup>3</sup> and an optimum moisture content of 16.50%, which belongs to the AASHTO A-6 classification (10) and a SUCS classification belonging to the CL group that defines the soil as a clay of low plasticity with sand. It was concluded that the best combination with the standard soil of each test pit was the addition of 20% for CBC and 1.50% for jute.

**Key words:** Clayey soils, jute, bagasse ash, stabilization, mechanical tests.

## I. INTRODUCCION

### 1.1 Realidad problemática

En la actualidad, una carretera habitual no cuenta con la capacidad de ajustarse al crecimiento actual de una carretera inteligente, por su composición y su precio elevado de sostenimiento. Debido que el ámbito agricultor genera residuos extensos y lo que se busca es que estos materiales se puedan eliminar, sin tener que afectar el ambiente, para eso es necesario incluir algunos materiales como el bagazo de caña, para mejorar la consolidación de los suelos [1].

El cual después de ser quemado en una caldera se obtiene la ceniza del BCA, al realizar ensayos de microscopia electrónica de barrido y propiedades mecánicas, se determina que la CBC puede ser un buen estabilizante del suelo y así reemplazar otros materiales más caros [2].

Siendo la subrasante el terreno de apoyo para toda carretera o pavimento, consta de varios tramos que resisten las cargas provocadas por el tráfico y las distribuyen de forma convincente por toda la estructura, actualmente lo más común es reforzar el suelo con diferentes materiales para obtener una plataforma con mayor rigidez, para mejorar el desempeño de la frágil subrasante para un mejor pavimento. [3].

La estabilización de la subrasante del pavimento es un problema para el transporte público, debido a que tiene suelos débiles y arcillosos, se está buscando aprovechar la industria de las fábricas del producto de la caña de azúcar ya que es menos costoso y sustentable en comparación con otros materiales que ya se han trabajado los cuales son más caros y contaminantes. En su uso disponible se busca poder mejorar la estabilización de los suelos [4].

Mediante el tratamiento único para los geotextiles de yute que implica la combinación de estos para mejorar su resistencia y durabilidad [5], considerando que en la mayoría de las carreteras fallidas se debe al suelo de cimentación sobre el que se construyeron estas carreteras. Los geotextiles de yute se producen en

grandes cantidades, se pueden usar de manera eficaz y económica para estabilizar sustratos tan débiles [6].

Dando como resultado una mejora en el CBR, LP, LL, Contenido de Humedad a través de los ensayos físico-mecánicos, además es un geotextil económico, rentable para la construcción y amigable para el medio ambiente [7].

Para Edeh y Abubakar [8], en el ámbito internacional se propone utilizar un aditivo como estabilizante del suelo a partir de la gran cantidad de residuos de CBCA, adicionando un 5%, 10% y 15%. En este estudio presentaron resultados de estabilización con la evaluación de un laboratorio para obtener características idóneas para el pavimento, realizados con ensayos mecánicos, concluyendo que al adicionar un 15% para la CBCA mejora la estabilización de los pavimentos asfálticos.

Abanto y Salinas [9], en su investigación en el ámbito nacional propone realizar el análisis de la estabilización para el mejoramiento de la subrasante, adicionado CBCA y también la cal que es muy común en nuestro país, ya que las subrasantes no alcanzan la resistencia mínima y por ende tenemos que realizar ensayos para estabilizar los suelos, incorporando al suelo un porcentaje de 15, 20 y 25 respectivamente de la CBCA y así obteniendo resultados de incremento del 30% en CBR, concluyendo que al adicionar el 20% de CBCA su resistencia aumenta.

Así mismo Sandra [10], en el distrito de Nuevo Chimbote, tiene como objetivo verificar que al mezclas adiciones de cenizas para el BCA hace que incremente sus propiedades tanto físicas como mecánicas para un suelo arcilloso, para su metodología se empleó la CBCA con ciertas cantidades de 10%, 20% y 30%, en sus resultados se de CBR se muestra que la mejor eficacia fue la del 20% de CBC, llegando a la conclusión que las CBC pueden ser aprovechadas como reemplazo de otro material parcial para suelos arcillosos.

Quispe [11], menciona que para su estudio en el departamento de Lima tuvo como objetivo estabilizar los suelos arcillosos que perjudica especialmente a la sociedad, es por esta razón que al estabilizar la cal y la CC, en porcentajes la Cal 5% de Ceniza de C 10%, cal (5%) de Ceniza de C (15%) y por último adicionando la cal al (5%) de Ceniza de C (20%). Obtenemos resultados del IP de 12.16%, 17.30% y 14.34%, tras la adición de aglomerantes llego a la conclusión que aumenta un máximo de 23.20 % a 25% respectivamente en su CBR.

Bernal y Cueva [12], dice que en nuestro departamento se presentan grandes problemas y poca durabilidad en la subrasante, esto se debe por la baja calidad que tienen sus suelos, para su objetivo el cual es utilizar la ceniza mediante los porcentajes 5%, 7% y 10%, obteniendo para el CBR un resultado de 14.5%, 16.1% y 17.1% respectivamente, en conclusión, la adición de 10% es la mejor para sus propiedades de resistencia en el suelo de la carretera Collique Alto.

Para Carlina [13] en Indonesia, al analizar su objetivo lo que ocasiona la CBC en la incorporación en suelos arcillosos, para su metodología se utilizó como aglomerante al suelo arcilloso en porcentajes de CBC al 7%, 10% y 13% y 3% de cáscara de huevo; en sus resultados aumento el CBR en una 92.3%, concluyendo que al incorporar la CB al 13% ayuda a estabilizar un suelo arcilloso debido a que incrementa sus cualidades.

En su investigación internacional Zalwango [14], tuvo como objetivo utilizar SCBA para reemplazar parcialmente la cal apagada para estabilizar suelos arcillosos expansivos, en su metodología se uso porcentajes SCBA al 2%, 4%, 6%, 8% y 10%, por peso de suelo, en sus resultados se obtuvieron fueron que el indice de plasticidad con la adición de SCBA aumento en 1.58%, concluyendo que la incorporación de SCBA es un método positivo para la consolidación de suelos arcillosos.

Guataqira y Gaona [15], en el estado internacional propone como objetivo evaluar las características que ayudan a mejorar una subrasante con fibras de yute, en su metodología la comparación entre yute convencional tejido y no tejidos, y yutes tratados químicamente, estos se pudieron realizar mediante ensayos de CBR

y Modulo Resiliente en un laboratorio, en sus resultados ya realizados en subrasante se concluye que con el yute tejido están dentro del rango especificado y son adecuados como geotextil convencional.

A nivel nacional para Torres y Landa [16], muestra el suelo arcilloso estabilizado en las que encuentra características mecánicas, donde se puede encontrar el porcentaje óptimo de CBC y cal a incorporar, añadiéndose en porcentajes de 5% de estabilizador en el peso del suelo, en combinaciones de 100%, 75%, 50% de cal, 100%, 50% y 25% de CBC, el CBR aumento en 110.81%, por encima del suelo natural y la densidad en un 54.7%, concluyeron que estabilizar el suelo arcilloso con estos materiales mejora sus características.

En su investigación Sally [17] detalla en su objetivo que adicionar la fibra de yute con el fin de aumentar la resistencia mecánica del material de afirmado, en su metodología se añadió una porción de fibra de yute en las muestras de suelo con porcentajes de 0.50, 0.75 y 1 por ciento respectivamente del peso, en sus resultados dicho material afirmado aumenta hasta un 22% con la incorporación del yute de 1 del peso, concluyeron que esta fibra puede utilizarse como un buen material de refuerzo; ya que eleva el valor del CBR de un pavimento.

En el ámbito local Gutiérrez [18] menciona que tiene como objetivo evaluar las características del suelo, con una metodología de incorporar ceniza de bagazo para su estabilización, aplicando una combinación del 15% y 25% de ambos estímulos, sus resultados revelaron que su densidad seca máxima al 0% es de 1.85 kg/cm<sup>3</sup>, 15% (1/2 de c/u-1.92 kg/cm<sup>3</sup>) y 25% (1/2 de c/u-2.0 kg/cm<sup>3</sup>), concluyendo que la proporción óptima es al 15% ya que se encontraron los resultados más favorables en sus propiedades favoreciendo el suelo estabilizado.

Para Gonzales [19] tiene como objetivo analizar las propiedades microestructurales y mecánicas de un suelo adicionando CBCA y polietileno de alta densidad, en su metodología preparo porcentajes de 5, 10, 15 y 20% de CBCA mediante ensayos de Proctor modificado y CBR, el resultado optimo obtenido fue del 10% de CBCA más 0.75% de HDPE, también se brindaron muestras para SEM-

EDS esta se observó que contiene silicatos, óxidos de silicio, concluyendo las mejoras de las propiedades del suelo y es sustentable al medio ambiente.

Su objetivo de Flores [20], es la determinación del efecto de la limadura de acero sobre las propiedades microestructurales y mecánicas de morteros estructurales de albañilería, mediante un método aplicado a muestras de mortero con porcentajes de limaduras de acero del 3, 5, 7 y 9%, en base a los resultados en los que el acero de limadura está en el estado óptimo, la cantidad es 5%, la composición química es 85,47% Fe. La conclusión es que se observan calcio, óxidos de silicio y sulfato férrico mediante pruebas SEM-EDS.

Sugiere Tanzadeh [21], un objetivo de tratamiento unico para pavimentos felxibles, en su metologia propone tratamientos para mejorar estabilización las cuales son porcentajes de ,0, 2, 4, 8, y 16 respectivamente del peso seco del suelo, teniendo unos resultados mediante los ensayos de compresion y pruebas de CBR, llegando a la conclusion en base a la prueba de definicion de la curva tesion-deformasion mostrando un aumento significativo en el rendimiento efectivo y un notable aumento de la resistencia.

En el ámbito local Zapata [22], hace mención que el objetivo es valuar las propiedades mecánicas y microestructurales de morteros reemplazando parcialmente el cemento por ceniza de cascarilla de arroz, son incineradas a 700° C, sus resultados sustentan un claro aumento en los porcentajes de 3, 5 y 10 respectivamente mientras que con el 15% disminuye, llegando a la conclusión que el 5% es el óptimo, por otro lado en el análisis SEM-EDS se encontró un elevado contenido de oxígeno, silicio y calcio.

Según Meza [23], su objetivo era determinar la evaluación de ceniza de carbón provenientes de las ladrilleras de la victoria con el único propósito de utilizarlo como aditivo estabilizador en suelos arcillosos con fines de pavimentación, con una metodología de realizar 6 calicatas para luego añadir la CC en porcentajes de 5%, 10, 15 y 20, logrando resultados mediante ensayos realizados en laboratorios respecto a Proctor modificado, CBR. Se concluyo que la

hipótesis planteada se cumplió, al estabilizar el suelo arcilloso con una mejora del 10% de CC.

En el ámbito de la construcción su uso se justifica como aporte a la disminución de la contaminación de residuos sólidos que ocasionan las fábricas de azúcar, como en el caso de nuestra investigación que se propone el uso de la fibra de YUTE y la CBC para un mejoramiento de un suelo arcilloso, obtenido resultados favorables, así como su implementación en la ingeniería de carreteras. Siendo un buen aporte para la estabilización de suelos arcilloso en la ciudad de Chiclayo.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo influye la adición de 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% de yute y 5.00%, 10.00%, 15.00% y 20.00% de ceniza de bagazo de caña sobre las propiedades microestructurales y mecánicas en un suelo arcilloso?

## **1.3 Hipótesis.**

La incorporación de 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% de yute y 5.00%, 10.00%, 15.00% y 20.00% de ceniza de bagazo de caña mejoran el comportamiento mecánico y las propiedades microestructurales del suelo arcilloso.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo general**

Realizar el estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo, arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras.

### **Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón.
- Evaluar la temperatura optima de quemado mediante ensayo químicos de la CBC a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C, 800°C.
- Analizar las propiedades microestructurales del valor óptimo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar mediante el ensayo de microscopia electrónica de barrido (SEM) incluyendo (EDS).

- Determinas las propiedades del suelo arcilloso incorporando fibra de yute al 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50% y cenizas de bagazo de caña al 5.00%, 10.00%, 15.00% y 20.00%.

## **1.5 Teorías relacionadas al tema**

### **Variables Independientes**

#### **a. Ceniza de Bagazo de Caña (CBC)**

La CBC proviene del bagazo cuando fue utilizado como combustible en los ingenios cañeros para la generación de vapor, este CBC es un muy buen material puzolánico ya que contiene una buena cantidad de óxidos de sílice y aluminio, por lo que puede usarse como estabilizador en estabilización de suelos salinos. [24].

#### **b. Fibra de Yute**

Se extrajo y se recogió de la piel de las plantas de la familia Tiliácea. La fibra de yute se utiliza mucho porque se ha demostrado que tiene unas excelentes propiedades como la adherencia, resistencia química y un buen comportamiento a temperaturas elevadas, así como: La resistencia a la flexión, así como a la tracción, al impacto y al cizallamiento artificial, son cualidades mecánicas, y con el uso de agentes químicos promueve una reducción de la absorción de humedad, lo que permite mejorar el comportamiento del yute. [25]

### **Variables Dependientes**

#### **a. Suelo**

Es la materia orgánica natural, descrita como un material parental (material geológico inalterado) siendo una estructura de diferentes cualidades: químicas, físicas y biológicas, caracterizada como capas hechas de porcentaje meteorizado que contiene microorganismos. Incluyendo reciclaje, la filtración y el intercambio de gases con la atmosfera forman parte del proceso. El suelo, al combinarse con la arena, aumenta la presión y la capacidad portante; en consecuencia, obtenemos una buena resistencia mediante estudios para futuras cimentaciones superficiales de edificaciones [26].

#### **b. Suelo Arcilloso**

Estos son suelos pesados, no drenan, ni se secan fácilmente y contienen buenas reservas de nutrientes. Pueden utilizarse en la construcción siempre que

se sometan a pruebas mecánicas o a pruebas de granulometría por sedimentación, en general, los suelos arcillosos tienen a mejorar con el límite de contracción [27].

### **c. Subrasante**

Es el nivel de la superficie terminada después de la etapa de corte, sobre el cual se debe colocar la estructura de recubrimiento. La subrasante es parte de la estructura vial entre la altura del pavimento y la estructura general de la carretera. Consiste en suelos preseleccionados con buenas propiedades, compactados en capas para formar un pavimento estable en condiciones óptimas, no afectado por la carga de diseño del tráfico. [15].

### **d. Estabilización de Suelos (SE)**

Estas cualidades físicas de dicho suelo se modifican para reforzar las propiedades de resistencia a largo plazo, y la estabilización se consigue mejorando la propiedad de resistencia al cizallamiento del suelo, siendo su capacidad de carga una vez estabilizado. Provocando la disminución de la permeabilidad del suelo y por ende disminuye su resistencia, lo que provoca hinchazón, congelación y descongelación. En función del contenido de humedad, el suelo tiene la capacidad para encogerse [28].

### **e. Clasificación de Suelos**

Es un sistema formado por un grupo de suelos de características similares. El objetivo es evaluar la calidad del suelo de forma sencilla comparándolo con otros suelos del mismo tipo con propiedades conocidas. Debido a que los suelos tienen tantas propiedades y combinaciones y son de gran interés para la ingeniería, las clasificaciones son específicas del campo de la ingeniería en el que se inventaron; por lo tanto, sólo se presentan las clasificaciones utilizadas en la construcción de carreteras [29].

## **Ensayos de laboratorio.**

### **Granulometría**

La prueba granulométrica es fundamental porque determina el tamaño y el número de partículas del suelo en función de su distribución en diferentes tamices, con la finalidad de entender y examinar sus propiedades como; la porosidad, la densidad del suelo, la permeabilidad y la resistencia [30].

## **Límites de Atterbeg**

### **Limite liquido (LL)**

Es la medida suficiente de agua expresada en porcentaje de la muestra seca de la prueba. La Copa Casagrande, mide la humedad del suelo con el cual se ha formado una ranura relativamente de 12.7mm y el número de golpes es 25 [31].

### **Limite Plástico (LP)**

Es la cantidad de agua de la muestra en porcentaje de su peso seco cuando se seca a la temperatura, a la que los suelos que contienen arcilla pasan de una dureza semisólida a plástica. [32].

### **Índice de Plasticidad (IP)**

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico [33]

### **Contenido de Humedad**

Nos indica el porcentaje del estado del suelo en el campo, es uno de los ensayos más utilizadas para determinar la relación que existe con las propiedades índice y el comportamiento del suelo, dicha humedad se emplea para expresar las conexiones de agua, aire y fase sólida. Para las muestras que contienen arcillas, la consistencia de un suelo dado, junto con su LL y LP, se utiliza para mostrar su resistencia relativa. [34].

### **Proctor Modificado**

Es una prueba de compactación que asegura el contenido de humedad ideal y el M.D.S. sean exactamente los especificados en la NTP 339.141 [17].

### **CBR**

La prueba CBR calcula la resistencia al esfuerzo cortante en función de la compactación y dicho contenido de humedad. Los ensayos CBR se realizan utilizando muestras alteradas en el laboratorio y CBR in Situ. El ensayo se basa en determinar la presión necesaria para perforar un pistón en una sección de suelo. [30].

## **Microestructuras**

Es una parte importante de la ciencia y la investigación de materiales, considerando la observación y descripción de elementos a escalas que van desde tamaños atómicos hasta componentes de ingeniería. Las descripciones a escala atómica no suelen considerarse parte de la caracterización de la microestructura, ya que la estructura molecular está determinada por la naturaleza. De esta manera, podemos cambiar propiedades específicas del material en un amplio rango cambiando la microestructura del material [35].

## **Microscopía electrónica de barrido (SEM)**

Esta técnica se utiliza para estudios microestructurales de mezclas de mortero y caracterización de materias primas. En lugar de utilizar un haz de luz, este tipo de microscopio electrónico utiliza un haz de electrones para crear una imagen [36]. Se puede usar para observar y caracterizar superficies de materiales orgánicos e inorgánicos, proporcionando información morfológica para el análisis de materiales [37].

## **II. MATERIALES Y MÉTODO**

### **2.1 Tipo y Diseño de Investigación**

Esta investigación es aplicada, utilizando un enfoque cuantitativo, de acuerdo al autor, por lo tanto, se presenta un procedimiento seguro en que se utiliza la recopilación y análisis de los datos, apoyándonos en el cálculo y reiterativamente el uso de las estadísticas para identificar la realidad y el comportamiento de la población, contestando también las preguntas de la investigación y demostrar la hipótesis. Según Zaniteli et al. [38], la investigación aplicada muestra que el propósito de la investigación aplicada es adquirir nuevos conocimientos para resolver problemas prácticos.

Esta investigación cuenta con un diseño Cuasiexperimental, en este estudio, intentamos estabilizar un suelo arcilloso añadiendo CBC y yute, recogiendo datos mediante ensayos de laboratorio, según Zaniteli et al. [38], nos dice que esta metodología se adquiere un extenso dominio y una comprobación de la causa-efecto, debido a la aplicación de los componentes de la variable independiente

donde interviene el investigador, de mismo modo depende si es la investigación cualitativa o cuantitativa.

<b>GE (1)</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>1</sub></b>
<b>GE (2)</b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>2</sub></b>
<b>GE (3)</b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>3</sub></b>
<b>GE (4)</b>	<b>X<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>4</sub></b>
<b>GE (5)</b>	<b>X<sub>1</sub></b>	<b>O<sub>5</sub></b>
<b>GE (6)</b>	<b>X<sub>2</sub></b>	<b>O<sub>6</sub></b>
<b>GE (7)</b>	<b>X<sub>3</sub></b>	<b>O<sub>7</sub></b>
<b>GE (8)</b>	<b>X<sub>4</sub></b>	<b>O<sub>8</sub></b>
<b>GC</b>	<b>--</b>	<b>O<sub>9</sub></b>

**Donde:**

**GE (1,2,3,4):** Grupo experimental conformado por 32 muestras con la adición de CBC.

**GE (5,6,7,8):** Grupo experimental conformado por 32 muestras con la adición de CBCA y fibra de YUTE.

**GC:** Grupo control conformado por 9 muestras de SUELO ARICOLLOSO.

**X<sub>1,2,3,4</sub>:** Tratamiento de grupo experimental, donde X<sub>1</sub>=5%, X<sub>2</sub>=10%, X<sub>3</sub>=15%, X<sub>4</sub>=20% de adición de CBC.

**X<sub>1,2,3,4</sub>:** Tratamiento de grupo experimental, donde X<sub>1</sub>=5% - 0.75%, X<sub>2</sub>=10% - 1%, X<sub>3</sub>=15% - 1.25%, X<sub>4</sub>=20% - 1.50% de adición de CBCA y fibra de YUTE.

**O<sub>1,2,3,4,5,6,7,8</sub>:** Observación al añadir CBCA y fibra de YUTE.

**O<sub>9</sub>:** Observación de los resultados del grupo control.

## **2.2 Variables, Operacionalización**

**Variable dependiente:** Estabilización de Suelo Arcilloso para fines de carreteras.

**Variable independiente:** Fibra de yute y ceniza de bagazo de caña.

### **Operacionalización**

**Tabla I. Operacionalización de variable dependiente.**

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Valores finales	Tipo de Variable	Escala de medición
<b>Estabilización de Suelo Arcilloso</b>	Las propiedades de resistencia a largo plazo y la estabilización se consigue mejorando la propiedad de resistencia del suelo, siendo su capacidad de carga una vez estabilizado. [28]	Se basa en la evaluación del comportamiento mecánico del suelo arcilloso patrón y con la incorporación de yute y ceniza de bagazo de caña.	-Granulometría	-L.L.	Ficha técnica de laboratorio.	% gr/cm <sup>3</sup>	Numérica	Variables numéricas de razón.
			-Límites de Atteberg	-L.P.				
			-Contenido de Humedad	-I.P.				
			-Proctor Modificado	-Optimo CH				
			-California Bearing Ratio	-CBR				
			-Permeabilidad	-Microscopia Electrónica incluyendo EDS.				
			-Microestructura					

**Nota:** Los datos observacionales muestran respecto a la variable dependiente.



### **2.3 Población de estudio, muestra, muestro y criterios de selección.**

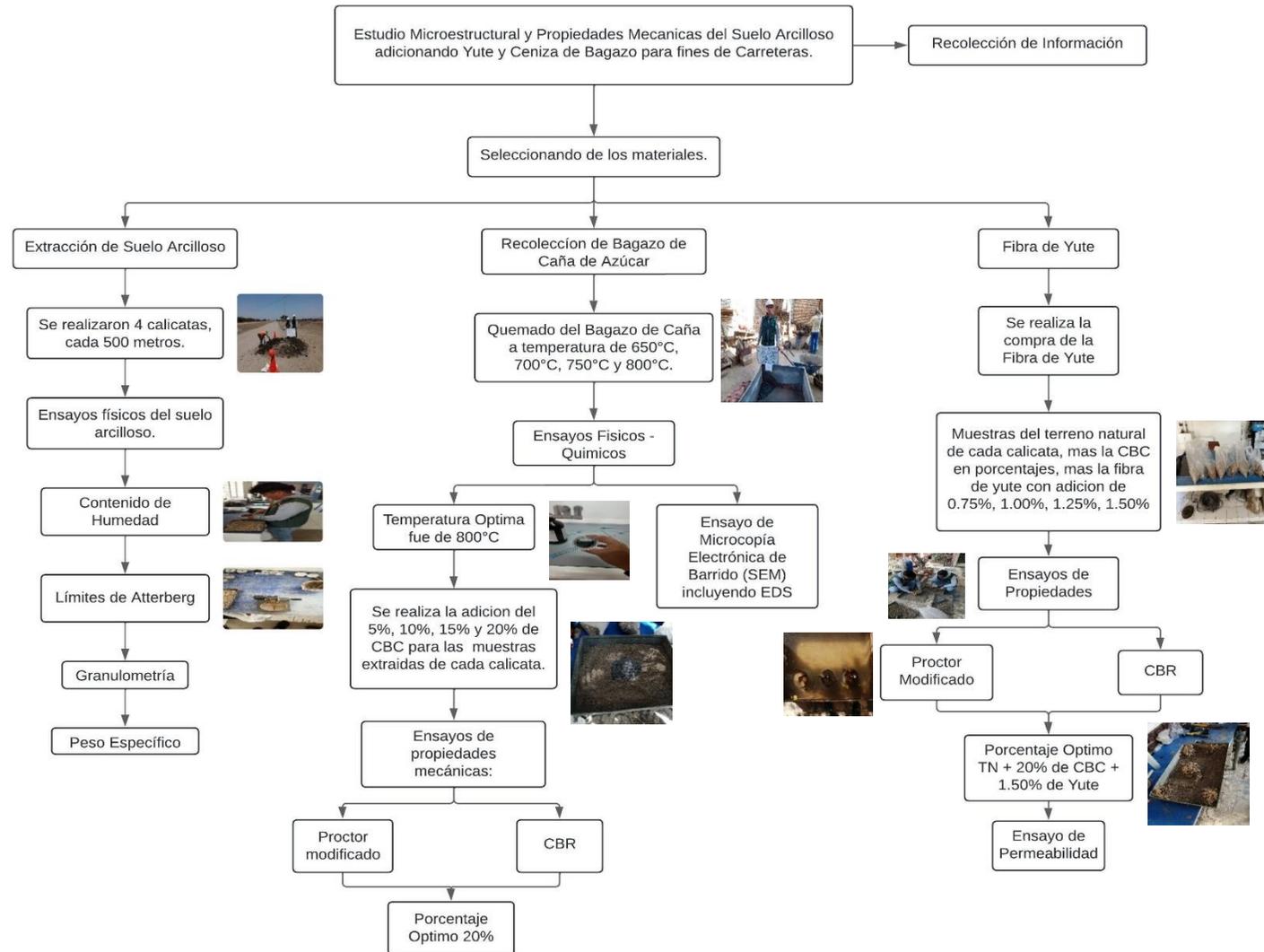
**Población.** Se define como la totalidad de los sujetos o elementos que pertenecen al tema de investigación [39]

Para nuestra investigación la población, se conforma por la carretera no pavimentada localizado en el Caserío Chacupe Alto, La Victoria, Chiclayo, Lambayeque.

**Muestra.** Se conforma por una parte de la población para ser estudiados, en donde se aplicará los ensayos respectivos con el fin de obtener los resultados de la investigación [39]. En esta investigación se proyectó una distancia de 1500 metros conformada por suelos arcillosos típico del lugar de estudio, en la cual se extrajo 4 puntos de exploración (calicatas), cada punto con una distancia de 500metros.

**Criterios de selección.** Se emplearon criterios de exclusión para concretar la población, pues del grupo de muestras granulares de suelo que se consideraron, de 4 calicatas para la aplicación de la fase experimental considerando las adiciones del yute y la ceniza de bagazo de caña de azúcar, en función de las características previamente evaluadas, considerando analizas las propiedades físicas, mecánicas y microscopía electrónica de barrido (SEM), cumpliendo que sea un suelo arcilloso ya que es punto importante en el objetivo de nuestra tesis.

## Procedimiento de Variable de Estudio.



**Tabla III.** *Ensayos mecánicos al suelo arcilloso.*

ENSAYOS MECANICOS AL SUELO PATRON			
MUESTRA	TIPO DE ENSAYO	SUB TOTAL	TOTAL
C-01	PROCTOR MODIFICADO	4	8
C-02			
C-03			
C-04			
C-01	CBR	4	
C-02			
C-03			
C-04			

**Nota:** Se realizaron 8 ensayos mecánicas al suelo patrón.

**Tabla IV.** *Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC en 4 porcentajes para su evaluación.*

ENSAYOS FISICOS AL SUELO PATRON				
MUESTRA	% DE ADICION	TIPO DE ENSAYO	SUB TOTAL	TOTAL
C-01	5%	PROCTOR MODIFICADO	16	32
C-02	10%			
C-03	15%			
C-04	20%			
C-01	5%	CBR	16	
C-02	10%			
C-03	15%			
C-04	20%			

**Nota:** Se realizaron 32 ensayos mecánicos al suelo patrón y CBCA.

**Tabla V.** *Ensayos mecánicos al suelo arcilloso adicionando CBC + fibra de YUTE en 4 porcentajes para su evaluación.*

ENSAYOS FISICOS AL SUELO PATRON				
MUESTRA	% DE ADICION CBC + YUTE	TIPO DE ENSAYO	SUB TOTAL	TOTAL
C-01	5% - 0.75%	PROCTOR MODIFICADO	16	36
C-02	10% - 1.00%			
C-03	15% - 1.25%			
C-04	20% - 1.50%			
C-01	5% - 0.75%	CBR	16	
C-02	10% - 1.00%			
C-03	15% - 1.25%			
C-04	20% - 1.50%			

C-01			
C-02	20% - 1.50%	PERMEABILIDAD	4
C-03			
C-04			

**Nota:** Se realizaron 36 ensayos mecánicos al suelo patrón más CBCA y yute.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Son las acciones que se realizaron para obtener los valores para dar viabilidad al proyecto [40]; en esta investigación el método principal para recolectar los datos fue la observación, lo cual permite ver la realidad del problema que presenta el suelo patrón, de tal manera posibilita examinar o contemplar cada uno de las pruebas realizadas en laboratorios, las cuales se encuentran bajo los parámetros de conformidad con las normas ASTM y NTP, y de esta forma anotar los resultados de un modo específico en los formatos estandarizados por las normas dadas para cada ensayo, respectivamente.

- Laboratorios: A&C, Rivelab y Centro de Caracterización de Materiales PUCP.
- Medios de observaciones: Equipos de laboratorios, formato de recolección y obtención de datos.
- Objetos a observar.
- Conocimientos observados: resultados, discusión, conclusiones y recomendaciones.

### **Instrumentos de recolección de datos**

- Formato de recopilación de datos
- Análisis Granulométrico – ASTM D422; NTP 339.128-1999
- Contenido de Humedad – ASTM D2216; NTP 339.127-1998
- LL, LP e IP – ASTM D4318; NTP 339.129-1999
- Clasificación SUCS – ASTM D2487; NTP 339.134-1999
- Clasificación AASHTO – ASTM M145; NTP 339.135-1999
- Proctor Modificado – ASTM D1557; NTP 339.141-1999
- CBR – ASTM D1883; NTP 339.145-1999

- Ensayo de Permeabilidad – ASTM D5084 ; NTP 339.147
- Balanza electrónica
- Molde de probeta

### **Validez de datos.**

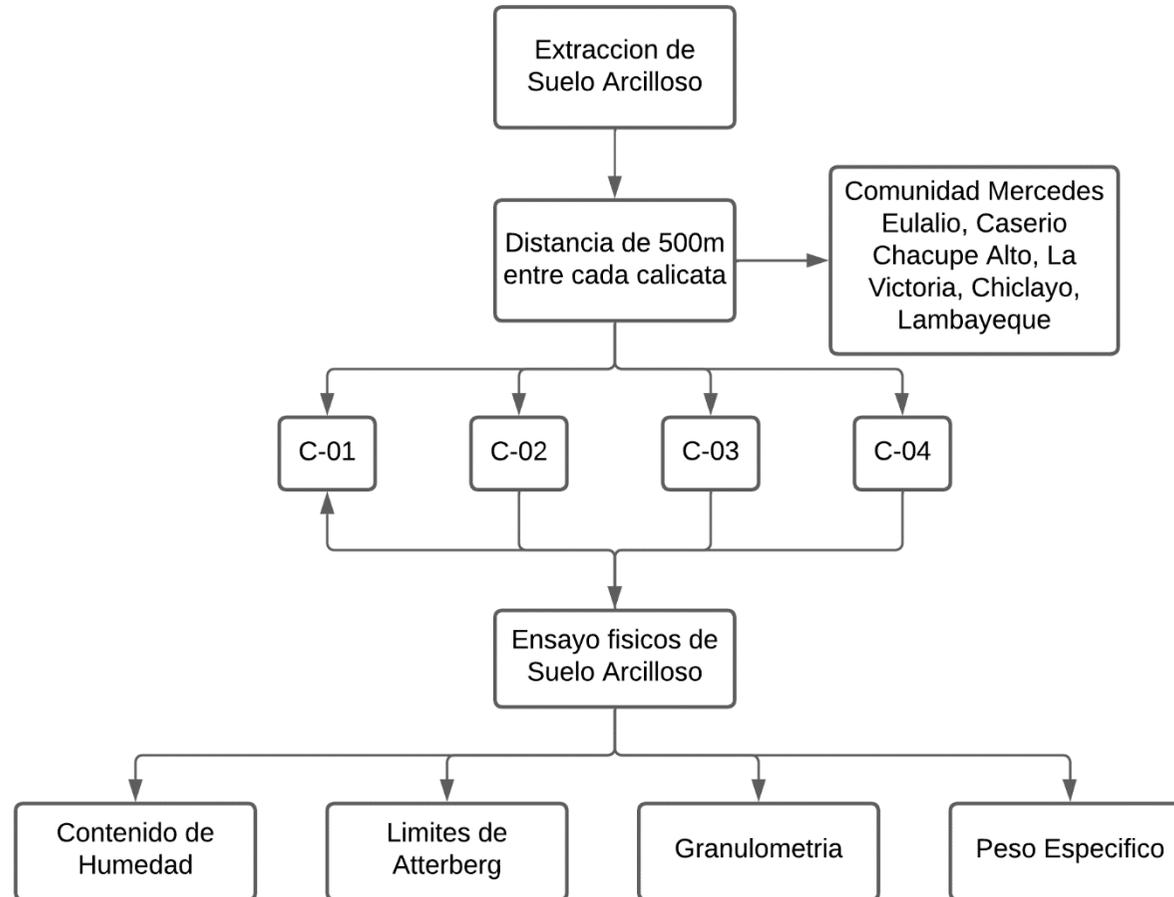
La validez es la capacidad o habilidad que se basa en que las pruebas realmente miden lo que se supone que deben medir y miden lo que el investigador pretendía medir con base en las variables consideradas o diseñadas., esta fue calificado por 5 ingenieros expertos en el ámbito de esta investigación.

### **Confiabilidad de datos.**

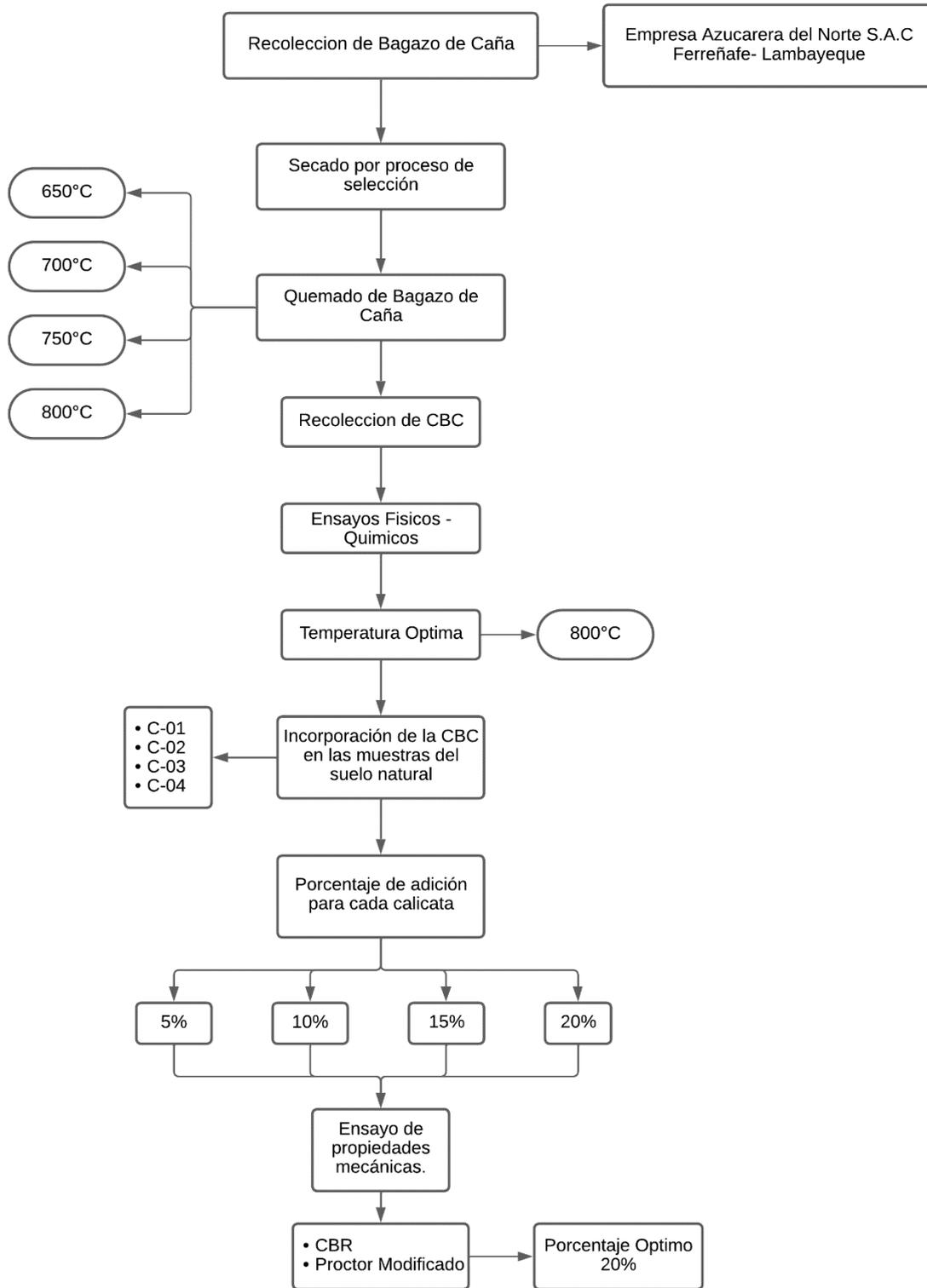
Los registros utilizados para las pruebas correspondientes y sus formatos estandarizados están certificados globalmente por ASSHTO, ASTM y MTC, los resultados de las pruebas realizadas son garantizados y confiables junto con la documentación de calibración de los equipos utilizados [41].

## 2.1 Procedimiento de análisis de datos

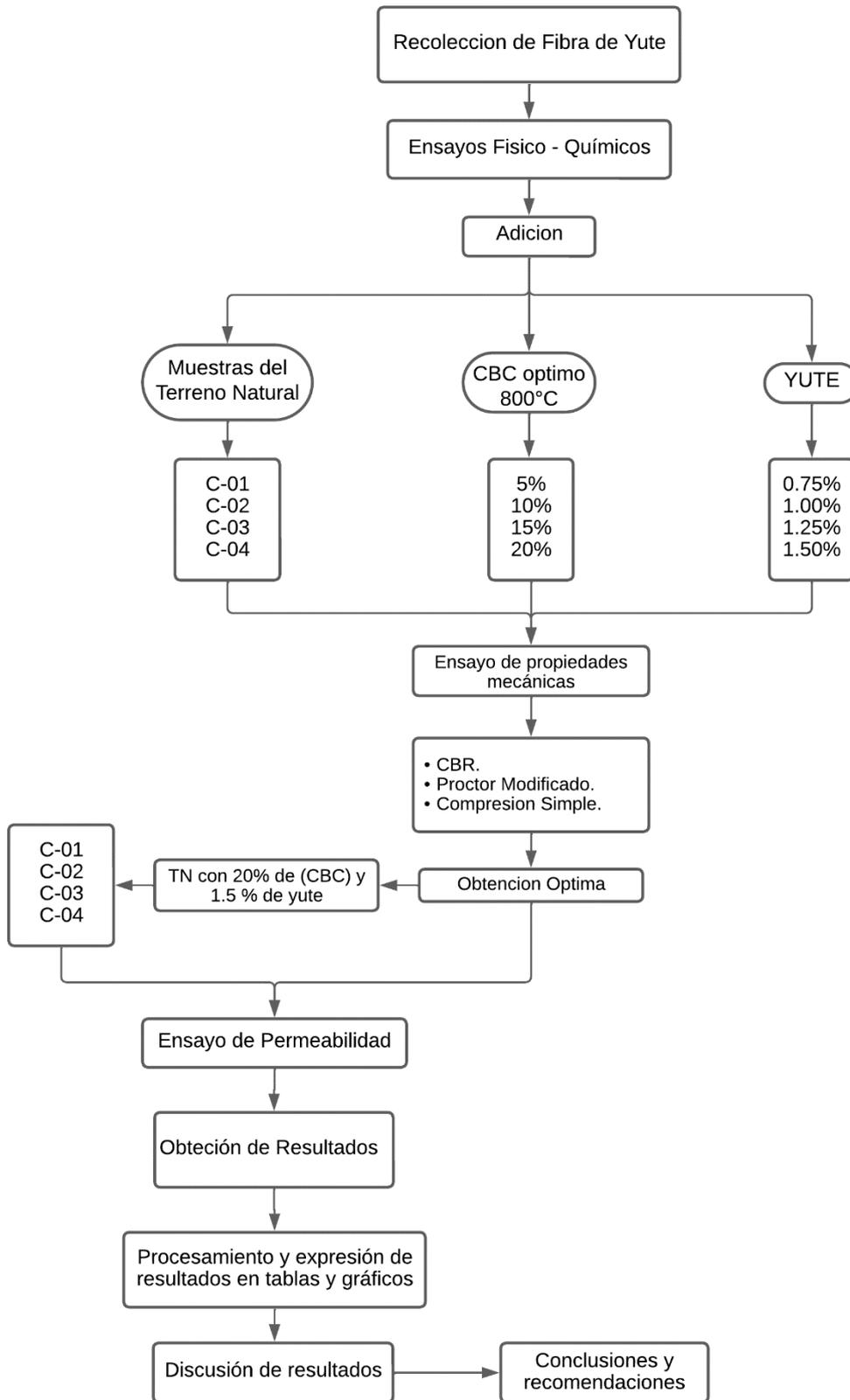
Fig.1 Procedimiento Inicial.



**Fig.2** Procedimiento desarrollado para los resultados



**Fig.3** Procedimiento desarrollado para los resultados



## **2.2 Criterios éticos**

Este tema de investigación se realiza con la finalidad de dar una alternativa de solución e influir con buenos conocimientos a los futuros estudios sobre la estabilización de suelo arcilloso empleado a nivel de subrasante. Respetando los principios generales y específicos que señala el Código de Ética en Investigación de la USS, con Resolución de Directorio n°053-2023/PD-USS, donde se hace mención a la responsabilidad y honestidad en el caso de citar investigación de otros autores.

El análisis de esta investigación es de credulidad y confianza por los tesisistas, siendo expuesto para su validez ante 5 especialistas en la materia.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

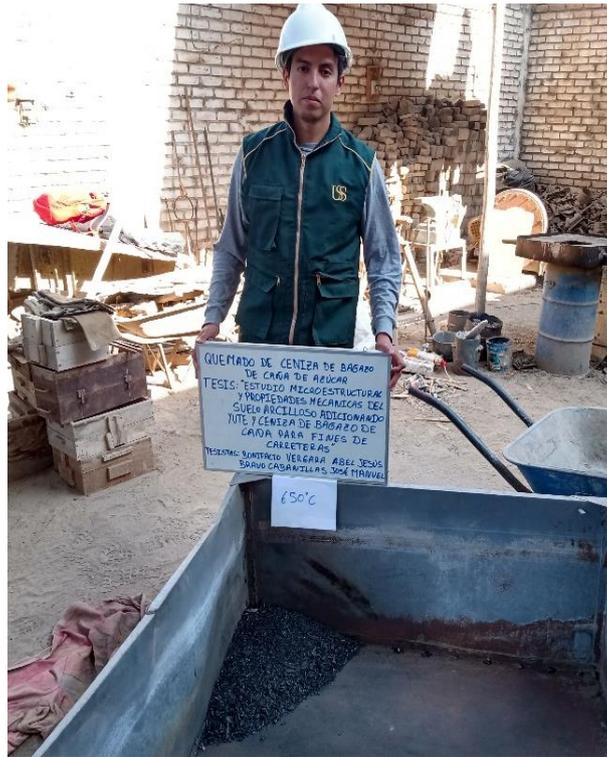
#### 3.1 Resultados.

En el presente estudio se recolectó BCA de la empresa Azucarera del Norte SAC - Carretera a Ferreñafe - Lambayeque, obteniendo CBCA a cuatro temperaturas diferentes y fibra de yute comercial, con el fin de realizar un estudio físico-químico y obtener la mejor composición puzolánica de la CBCA y sus características que conforman la fibra de yute.

*Tabla VI. Recolección de CBC a diferente temperatura.*

<b>Horno artesanal – Quemado de bagazo de caña</b>				
<b>Nombre de Azucarera</b>	<b>Nombre de Horno</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Bagazo de caña</b>	<b>CBC</b>
Empresa Azucarera del Norte SAC – Carretera a Ferreñafe – Lambayeque	Horno Artesanal	650 °C	5 kg	1.5 kg
		700 °C	5 kg	1.5 kg
		750 °C	5 kg	1.35 kg
		800 °C	5 kg	1.3 kg

**Nota:** Como se muestra en la Tabla VI, se hace el quemado del bagazo de caña para obtener la CBC, se aprecia que por cada 5kg de bagazo de caña obtenemos 1.5 kg a 1.3 kg de CBC dependiendo a que temperatura se incinere.



**Fig.4** CBC a temperatura de 650°C



**Fig.5** CBC a temperatura de 700°C



**Fig.6** CBC a temperatura de 750°C



**Fig.7** CBC a temperatura de 800°C

La composición física de la CBCA a cuatro temperaturas de quemado diferentes y tamizada a través de la malla N°200 expone el tamaño, la granulometría y la textura superficial, según la norma ASTM D-3174.

**Tabla VII.** *Composición físico-químico de las 4 muestras de CBC.*

<b>CBC</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>Tamiz N°</b>	<b>Color</b>	<b>Peso específico (gr/cm3)</b>	<b>Humedad</b>
<b>CBC-1</b>	650°C	200	Gris oscuro	2.5	2.14
<b>CBC-2</b>	700°C	200	Gris oscuro	2.4	2.30
<b>CBC-3</b>	750°C	200	Gris oscuro	2.3	2.30
<b>CBC-4</b>	800°C	200	Gris oscuro	2.3	2.30

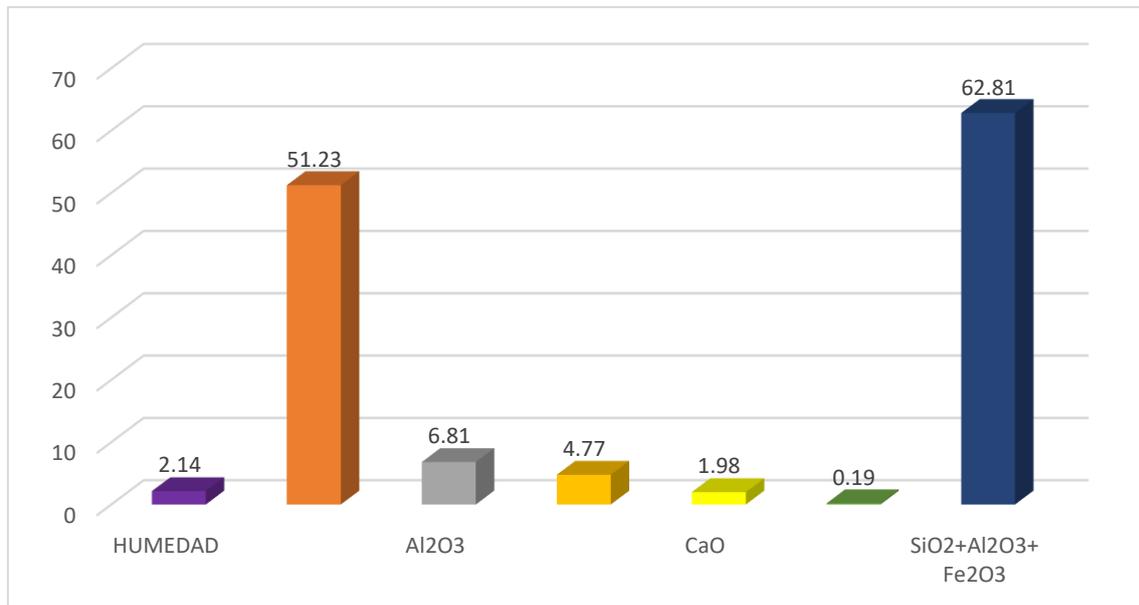
**Nota:** En la Tabla VII, se observa las muestras de la CBC a diferentes temperaturas, al aumentar la temperatura sigue manteniendo su color; obtenemos resultados esperados entre 750°C y 800°C los más óptimos en óxido de silicio, óxido de calcio y óxidos combinados.



**Fig.8** *Tipo de ceniza a diferente temperatura.*

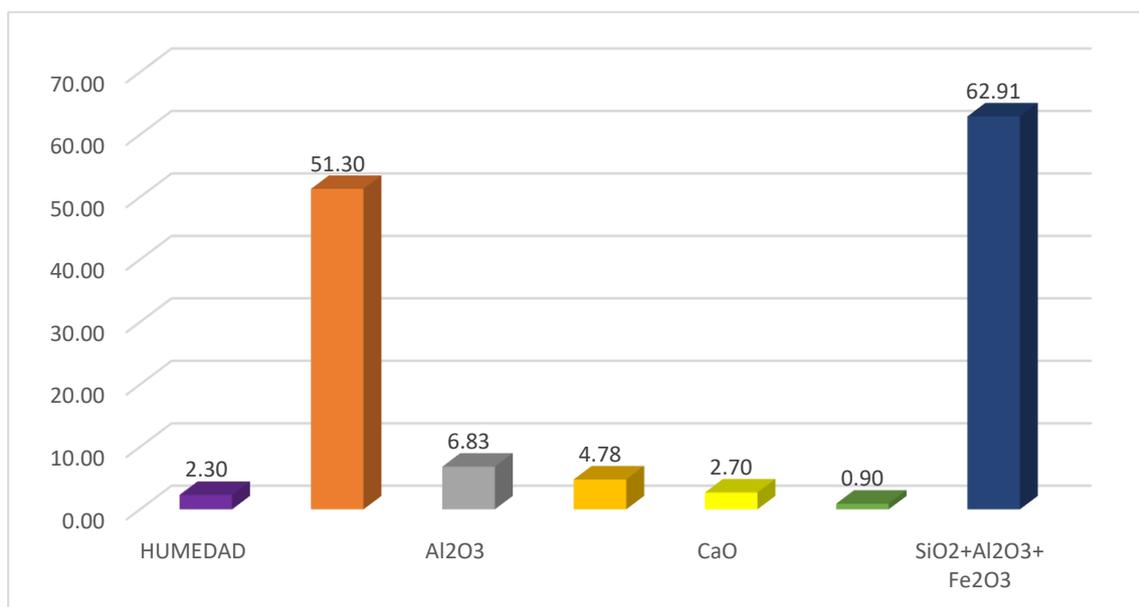
## Evaluando la composición química de la Ceniza de Bagazo de Caña

### Clasificación de la CBC



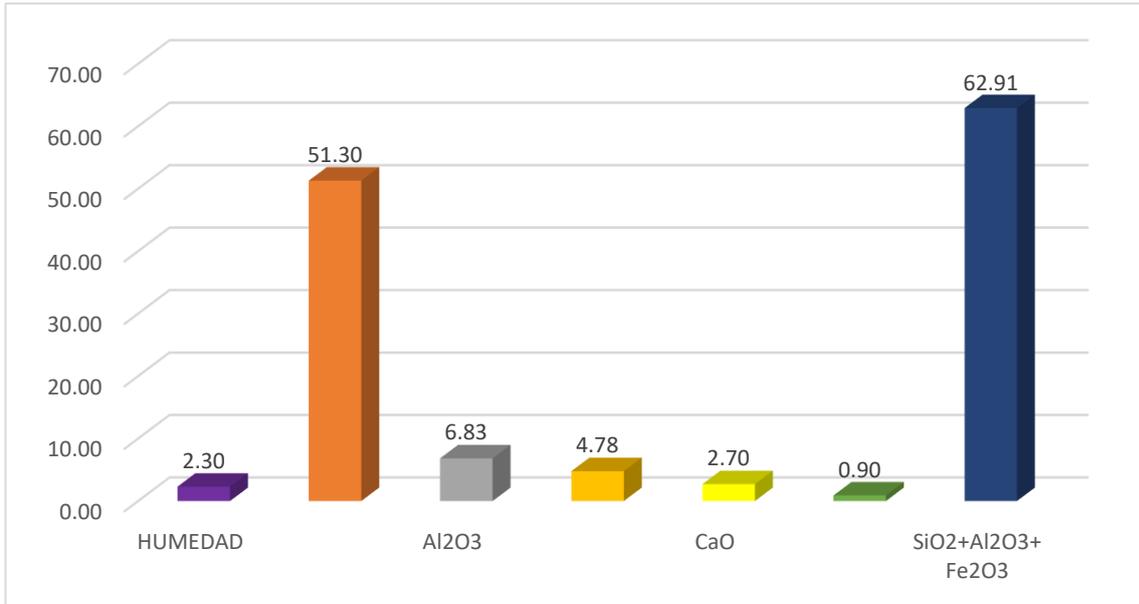
**Fig.9** Resultado para CBC a temperatura de 650°C.

La Fig.9 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 650°C, mostrando un 1.98% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 62.81%.



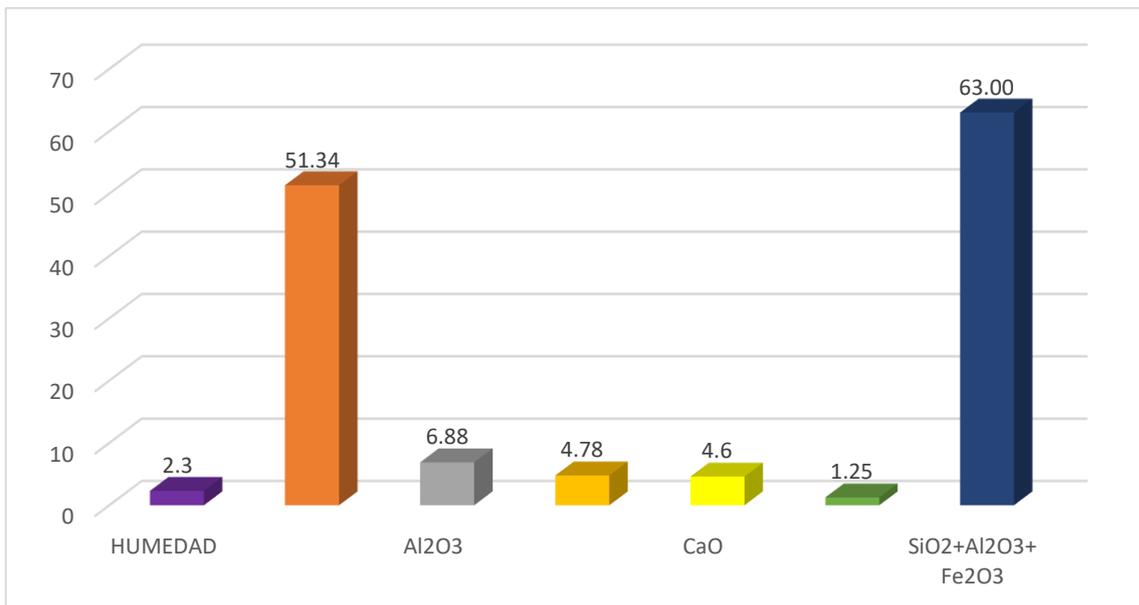
**Fig.10** Resultados para CBC a temperatura de 700°C

La Fig.10 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 700°C, mostrando un 2.70% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 62.91%.



**Fig.11** Resultado para CBC a temperatura de 750°C

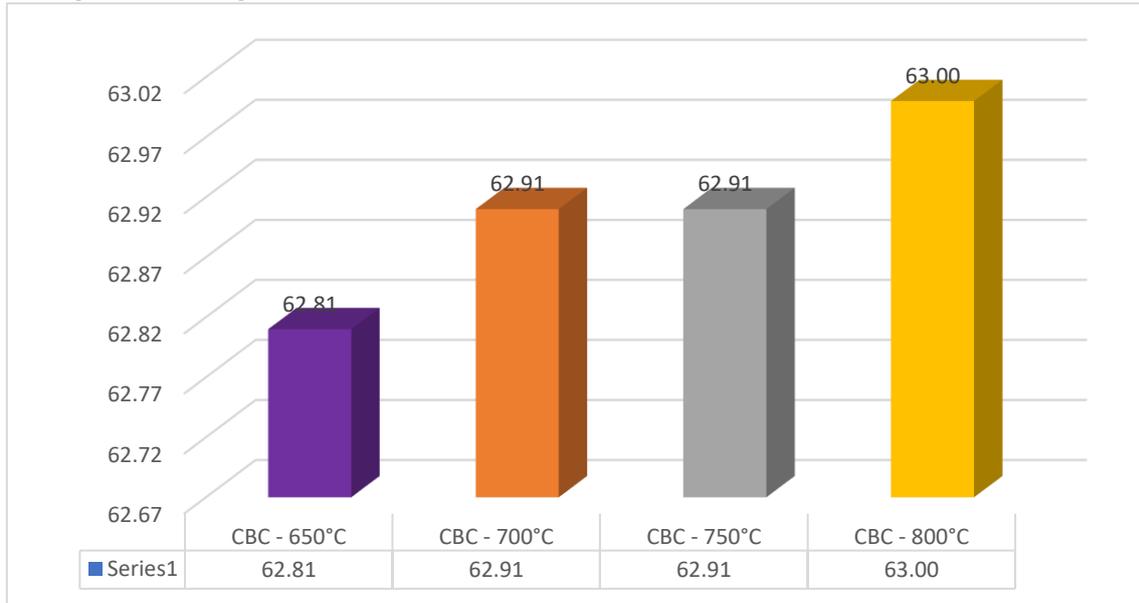
La Fig.11 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 750°C, mostrando un 2.70% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 62.91%.



**Fig.12** Resultado de CBC a temperatura de 800°C

La Fig.12 muestra la composición química de la CBC procedente del quemado a una temperatura de 800°C, mostrando un 4.6% del óxido de calcio y de óxidos combinados que se define como composición puzolánica en un 63.00%.

## Temperatura Optima

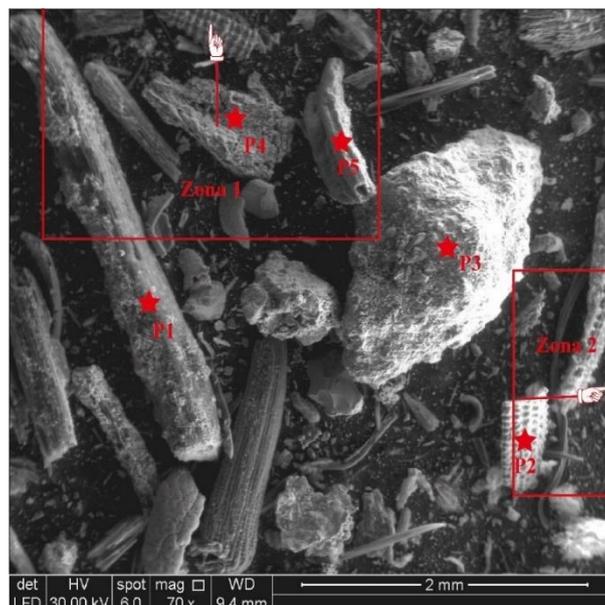


**Fig.13** *Temperatura optima CBC*

Las muestras del estudio se representan en la Fig.13, con un resultado constante entre las temperaturas de 700°C a 750°C con un 62.91% material puzolánico y una ligera mejora en la temperatura de 800°C con un 63% de material rico en sílice, siendo esta ultima la Temperatura optima por presentar mejor porcentaje de contenido puzolánico.

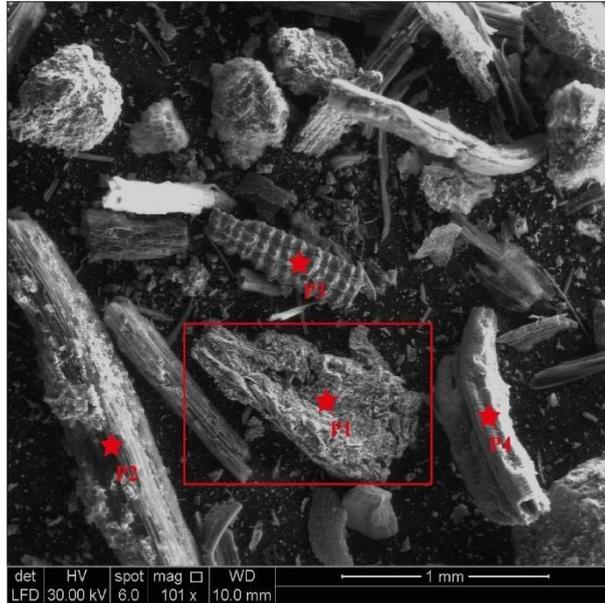
## Análisis morfológico y composicional mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopía de rayos X Dispersiva en Energía (EDS)

Micrografía de la muestra a una magnificación de 70x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.



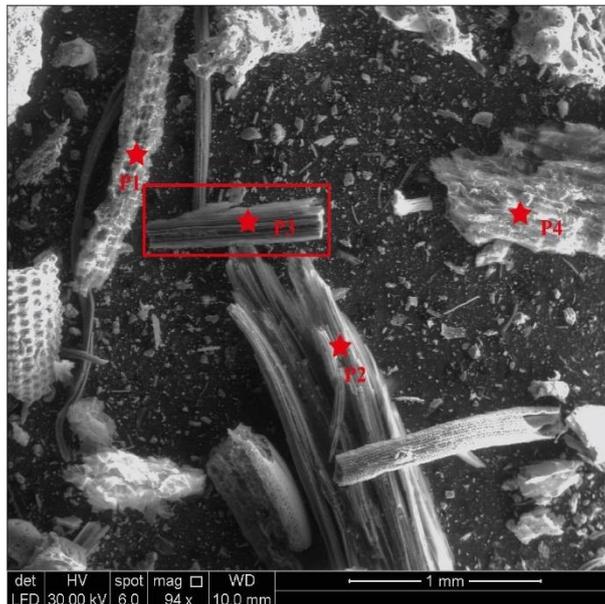
**Fig.14** Se presenta la visión general de la amplia variedad de compuestos presentes en la muestra de interés.

**Micrografía de la zona 1 a una magnificación de 101x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.**



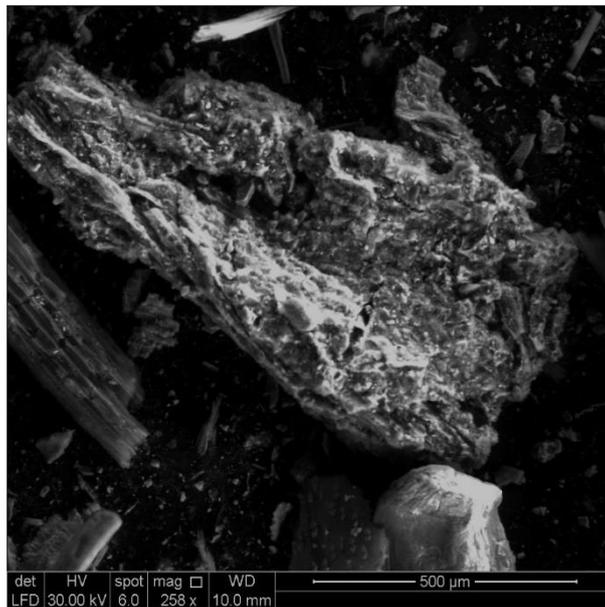
**Fig.15** Se muestra la Zona 1 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico.

**Micrografía de la zona 2 a una magnificación de 94x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.**



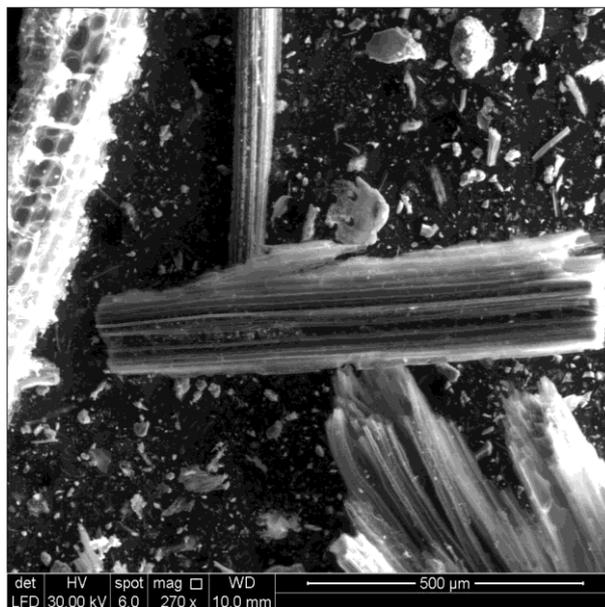
**Fig.16** Se muestra la Zona 2 donde se aprecia de manera más detallada el aspecto textural y morfológico de cada grano de ceniza.

Micrografía del área marcada en la figura 17 con una magnificación de 258x, señal de electrones secundarios.



**Fig.17** *Son los granos más prominentes dentro de la muestra.*

Micrografía del área marcada en la figura 18 con una magnificación de 270x, señal de electrones secundarios.



**Fig.18** *Se muestra los granos más prominentes dentro de la muestra.*

**Tabla VIII.** Composición química medida por EDS en diferentes regiones

Elemento químico	P1		P2		P3		P4		P5	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C	53.7	64.79	23.02	32.41	--	--	--	--	--	--
O	30.5	27.63	46.92	49.59	40.24	57.95	45.64	62.13	49.55	64.35
Na	1.8	1.14	0.97	0.72	1.93	1.94	2.23	2.11	1.82	1.64
Mg	0.96	0.57	0.27	0.19	2.55	2.42	1.16	1.04	--	--
Al	2.47	1.33	0.56	0.35	7.82	6.68	10.44	8.43	1.83	1.41
Si	4.79	2.47	26.53	15.97	20.62	16.92	21.66	16.8	36.35	26.89
P	0.4	0.19	--	--	0.57	0.42	0.44	0.31	--	--
S	0.37	0.17	--	--	0.24	0.18	0.48	0.33	--	--
Cl	0.88	0.36	0.56	0.27	0.93	0.61	0.57	0.35	4.96	2.91
K	1.14	0.42	0.68	0.29	3.5	2.06	5.51	3.07	3.27	1.74
Ca	1.6	0.58	0.48	0.2	11.87	6.82	5.29	2.87	1.6	0.83
Fe	1.36	0.35	--	--	9.73	4.01	6.57	2.56	0.62	0.23

**Nota:** Se presenta los resultados de las medidas de EDS, las concentraciones se expresan en porcentaje por masa (wt%) y porcentaje atómico (at%)

### Composición FÍSICO-QUÍMICA de la fibra de yute

Características que presenta la fibra de yute de procedencia comercial, resultados obtenidos del ensayo físico-químico:

**Tabla IX.** Composición FÍSICO-QUÍMICA de la fibra de YUTE

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)		
DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
pH	Unidad de pH	6.30
Conductividad Eléctrica	uS/cm	121
Humedad	%	12.17
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	1185
Longitud de fibra	Cm	6 a 11
Contenido de celulosa	%	< 65
Retención de humedad	%	> 65
Ceniza	%	1.13
Material soluble en H <sub>2</sub> O	%	> 1.4

**Nota:** Se realizó el análisis físico-químico del yute.

## Características Fisico-Mecánicas del suelo patrón.

**Tabla X. Clasificación del suelo natural**

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	NORMA TECNICA	PROPOSITO DE ENSAYO
Contenido de humedad natural	Clasificación	NTP 339.131-1999 ASTM D2216	Hallar el contenido de humedad natural de los suelos.
Análisis Granulométrico por tamizado	Clasificación	NTP 339.128-1999 ASTM D422	Estudiar y conocer el tamaño de las partículas presentes del suelo.
Limite Líquido	Clasificación	NTP 339.129-1999 ASTM D4318	Hallar el límite entre los estados plástico y semilíquido.
Limite Plástico	Clasificación	NTP 339.129-1999 ASTM D4318	Hallar el límite entre los estados semisólidos y plástico.
Clasificación de suelos SUCS	Clasificación	NTP 339.134-1999 ASTM D2487	Clasificar el suelo en el sistema unificado.
Clasificación de suelos AASHTO	Clasificación	NTP 339.135-1999 ASTM M145	Clasifica los suelos inorgánicos en grupos.
Proctor Modificado	Compactación	NTP 339.141-1999 ASTM D1557	Determina el óptimo contenido de humedad.
CBR	Diseño de espesores	NTP 339.145-1999 ASTM D1883	Determina la capacidad de resistencia del suelo.

**Nota:** En la tabla X se realizó la clasificación del suelo natural.

**Tabla XI. Resultados obtenidos de nuestro suelo natural.**

Calicatas	Progresiva	% Arcilla y Limo	Límites de Atterberg			Clasificación		Descripción del suelo
			Limite líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	SUCS	AASHTO	
C-1	0+000	77.3	36.0	19.0	17.0	CL	A-6 (11)	Arcilla de baja plasticidad con arena.
C-2	0+500	77.0	35.0	16.0	19.0	CL	A-6 (12)	Arcilla de baja plasticidad con arena.
C-3	1+000	78.5	38.0	23.0	15.0	CL	A-6 (10)	Arcilla de baja plasticidad con arena.
C-4	1+500	74.0	37.0	21.0	16.0	CL	A-6 (10)	Arcilla de baja plasticidad con arena.

**Nota:** En la tabla XI se muestra los resultados obtenidos del suelo natural.

En la Tabla XI, describe los resultados obtenidos de en las calicatas C-1, C-2, C-3 y C-4, se realizó los ensayos de granulometría guiado por las normas [42] NTP 339.128 / ASTM D422 [43] nos permite determinar el contenido de arcilla y limo existente en nuestras muestras.

**Tabla XII.** Resultado de ensayo de Proctor al T.N.

Calicata	Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	Óptimo contenido de humedad
C-1	1.770	16.00%
C-2	1.762	15.50%
C-3	1.740	16.00%
C-4	1.746	16.50%

**Nota:** Elaboración propia

En la Tabla XII se muestra los resultados, obtenidos del ensayo de Proctor Modificado realizado al suelo natural encontrado en cada calicata la densidad máxima seca es de 1.746 g/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 16.50% perteneciendo a la clasificación AASHTO A-6 (10).

**Tabla XIII.** Determinación del CBR

Calicata	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR
		1"
C-1	1.77	7.20%
C-2	1.76	6.00%
C-3	1.74	6.60%
C-4	1.75	6.40%

**Nota:** Elaboración propia

En la Tabla XIII se muestra los resultados obtenidos, tomando en cuenta la calicata C-1 presenta una densidad máxima seca de 1.77 g/cm<sup>3</sup> perteneciendo a la clasificación AASHTO A-6 (11) y una clasificación SUCS perteneciente al grupo CL que define al suelo como una arcilla de baja plasticidad con arena.

**Tabla XIV.** Valor de CBR de penetración

Calicata	CBR	
	%	1"
C-1	CBR al 100% de M.D.S.	7.20%
	CBR al 95% de M.D.S.	5.40%
C-2	CBR al 100% de M.D.S.	6.00%
	CBR al 95% de M.D.S.	4.45%
C-3	CBR al 100% de M.D.S.	6.60%
	CBR al 95% de M.D.S.	4.90%

C-4	CBR al 100% de M.D.S.	6.40%
	CBR al 95% de M.D.S.	4.70%

**Nota:** Elaboración propia

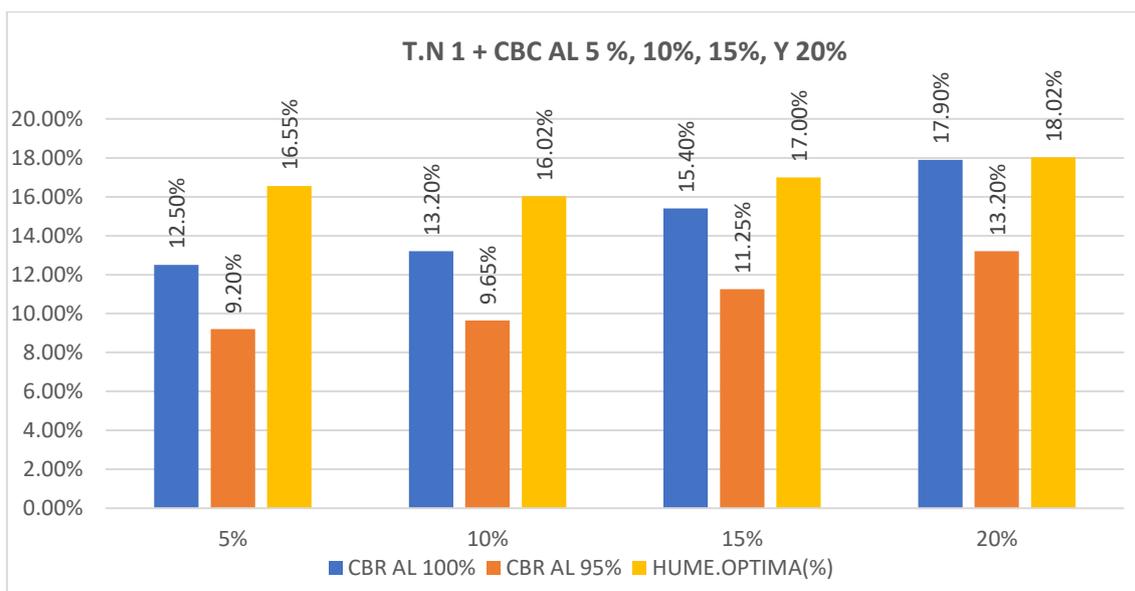
La Tabla XIV, se muestra los resultados de penetración CBR obtenidos en todas las calicatas al 100% y al 95%.

### Determinación de las propiedades mecánicas del suelo patrón con adición de CBC al 5%, 10%, 15% y 20%.

#### Suelo patrón C-1

El suelo patrón de la calicata C-1, dando una densidad máxima seca de 1.77 g/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 16.03%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 5.40% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 7.20%.

#### T.N.1 + 5%, 10%, 15% y 20% de CBC.



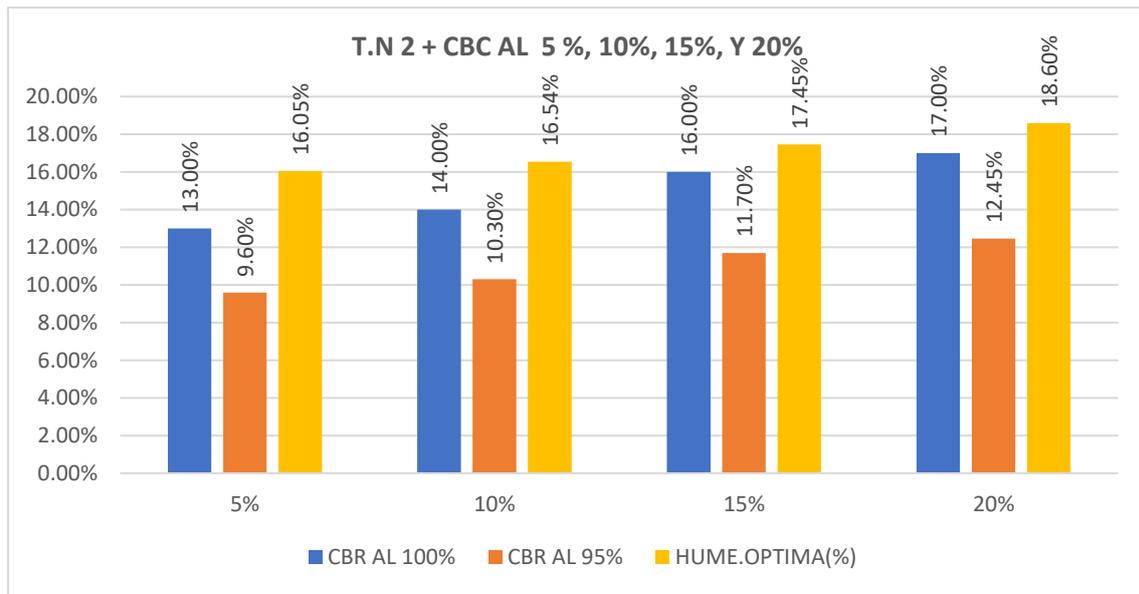
**Fig.19** Adición de CBC en suelo de C-1

Para la figura 19 se muestra el resultado del suelo de la C-1 adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con un valor del 1.72 gr/cm<sup>3</sup> en la Densidad M.S y un valor de 18.02% con el Óptimo C.H obtenidas, gracias al ensayo de Proctor M.; con un porcentaje del CBR al 95% de M.D.S. de 13.20% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.90%.

### Suelo patrón C-2

El suelo patrón de la calicata C-2, dando una densidad máxima seca de 1.76 g/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 15.40%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 4.45% y con un CBR al 100% de M.D.S de 6.00%.

### T.N.2 + 5%, 10%, 15% y 20% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.



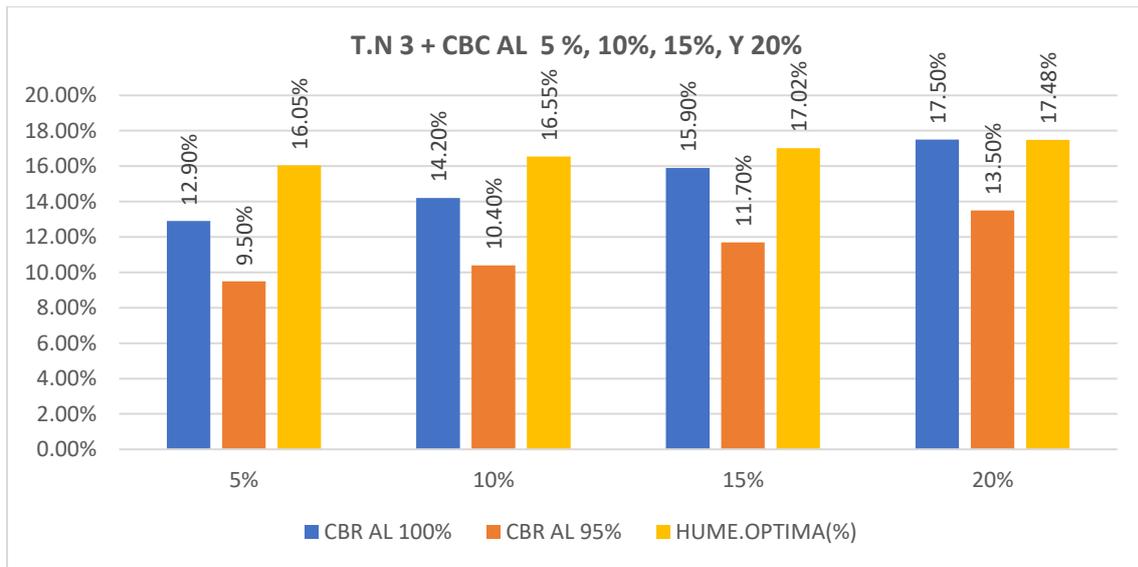
**Fig.20** Adición de CBC en suelo de C-2

En la figura 20 se muestra el suelo patrón adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.72 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 18.60% cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 12.45% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.00%.

### Suelo patrón C-3

El suelo patrón de la calicata C-3, dando una densidad máxima seca de 1.74 g/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 16.00%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 4.90% y con un CBR al 100% de M.D.S de 6.60%.

### T.N.3 + 5%, 10%, 15% y 20% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.



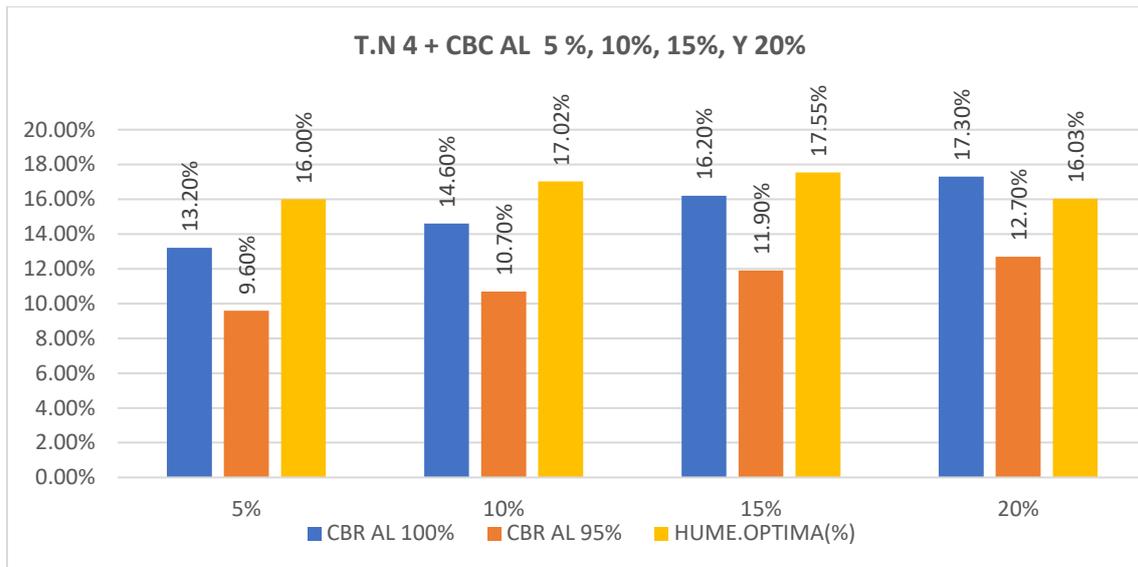
**Fig.21** Adición de CBC en suelo de C-3

En la figura 21 se muestra el suelo patrón adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.70 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 17.48% cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 13.50% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.50%.

#### Suelo patrón C-4

El suelo patrón de la calicata C-4, dando una densidad máxima seca de 1.75 g/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 16.53%; con un CBR al 95% de M.D.S. de 4.70% y con un CBR al 100% de M.D.S de 6.40%.

**T.N.4 + 5%, 10%, 15% y 20% de Ceniza de bagazo de caña de azúcar.**

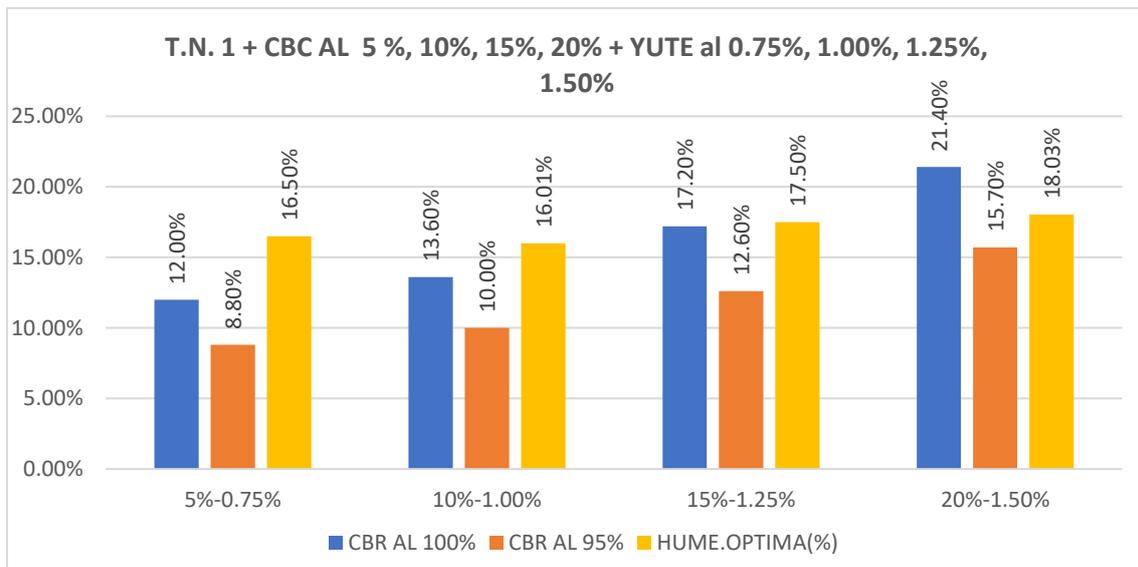


**Fig.22** Adición de CBC en suelo de C-4

En la figura 22 se muestra el suelo patrón adicionando CBC, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.71 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 16.03% cifras, obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 12.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 17.30%.

**Determinación de las propiedades mecánicas del suelo patrón con adición de CBC al 5%, 10%, 15% y 20% y YUTE al 0.75%, 1.00%, 1.25% y 1.50%.**

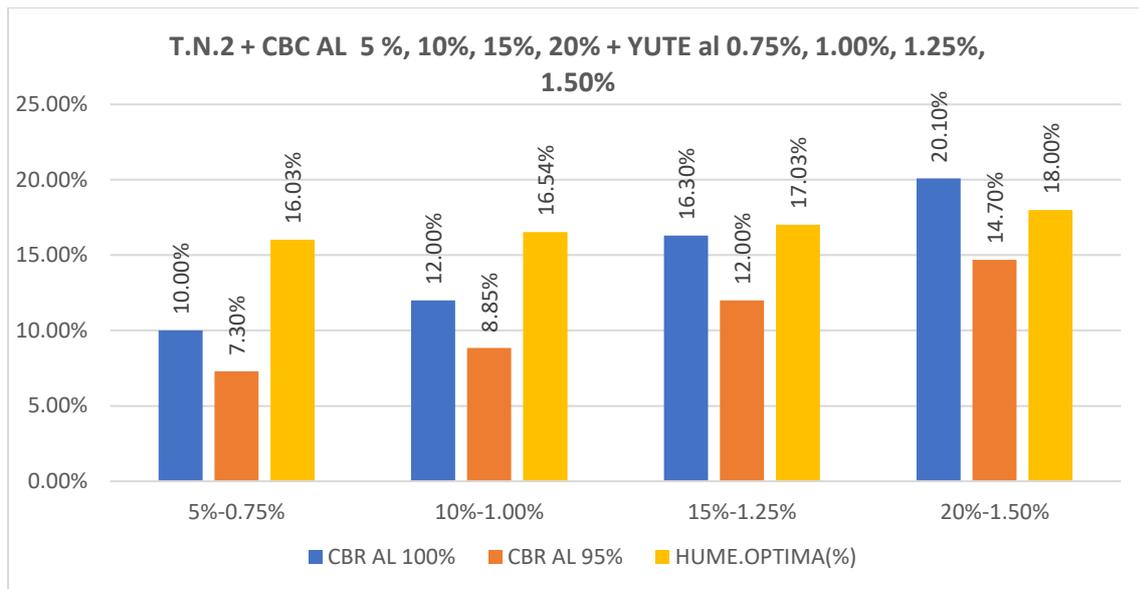
**T.N.1 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.**



**Fig.23** Adición de CBC y YUTE en T.N.1

En la figura 23, se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.72 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 18.03%, cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 15.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 21.40%.

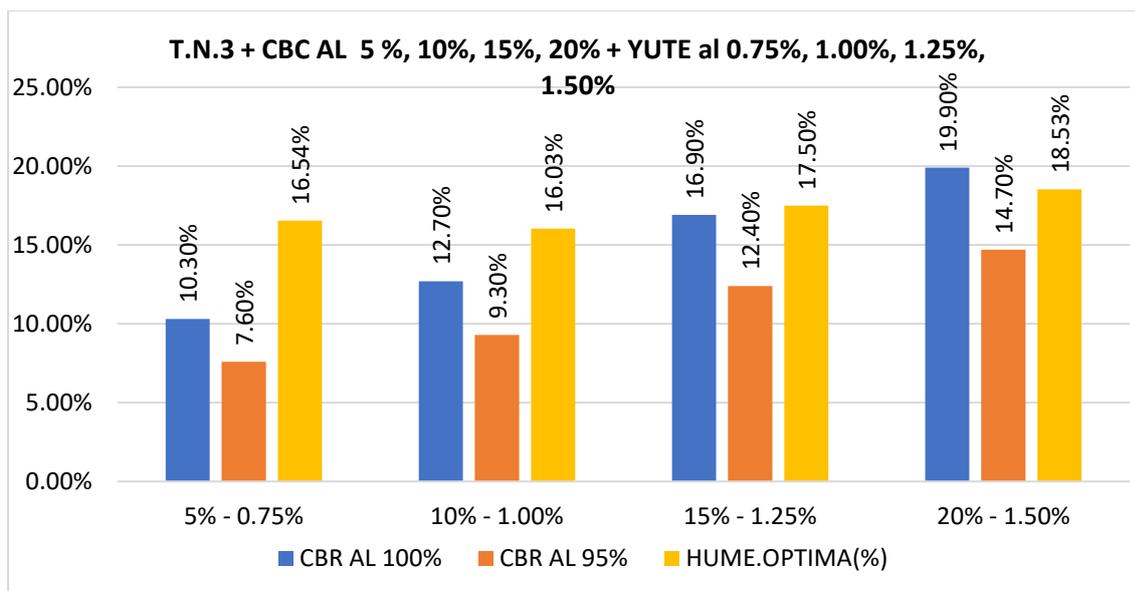
**T.N.2 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.**



**Fig.24** Adición de CBC y YUTE en T.N.2

En la figura 24 se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.71 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 18.00%, cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 14.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 20.10%.

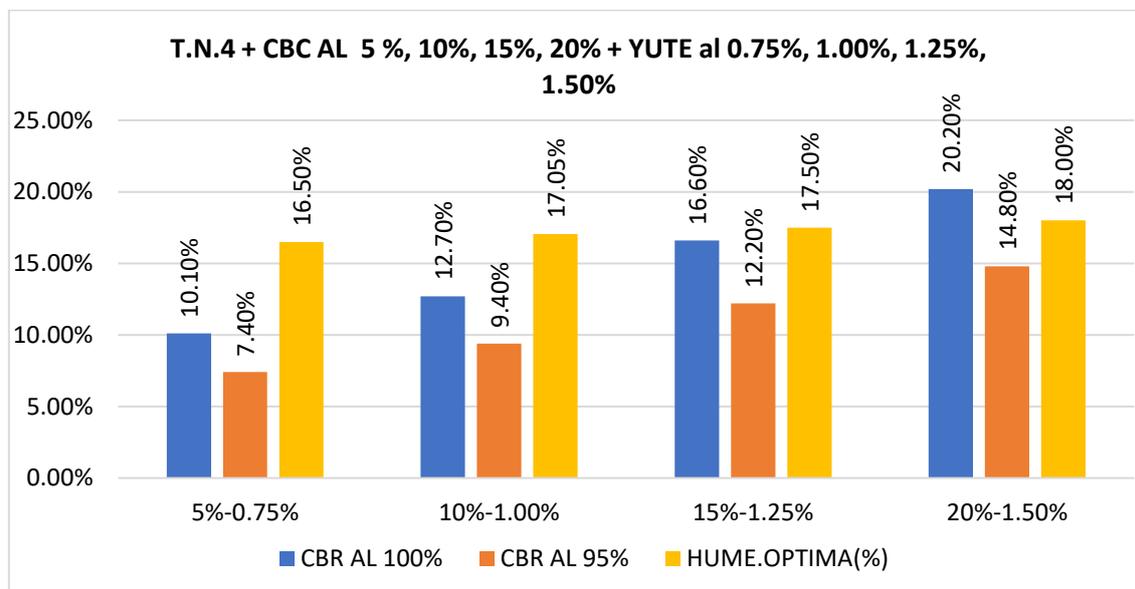
**T.N.3 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.**



**Fig.25** Adición de CBC y YUTE en T.N.3

En la figura 25 se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una densidad máxima de 1.72 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo contenido de humedad de 18.53% cifras obtenidas gracias al ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 14.70% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 19.90%.

**T.N.4 + 5% - 0.75%, 10% - 1.00%, 15% - 1.25% y 20% - 1.50% de CBC y YUTE respectivamente.**



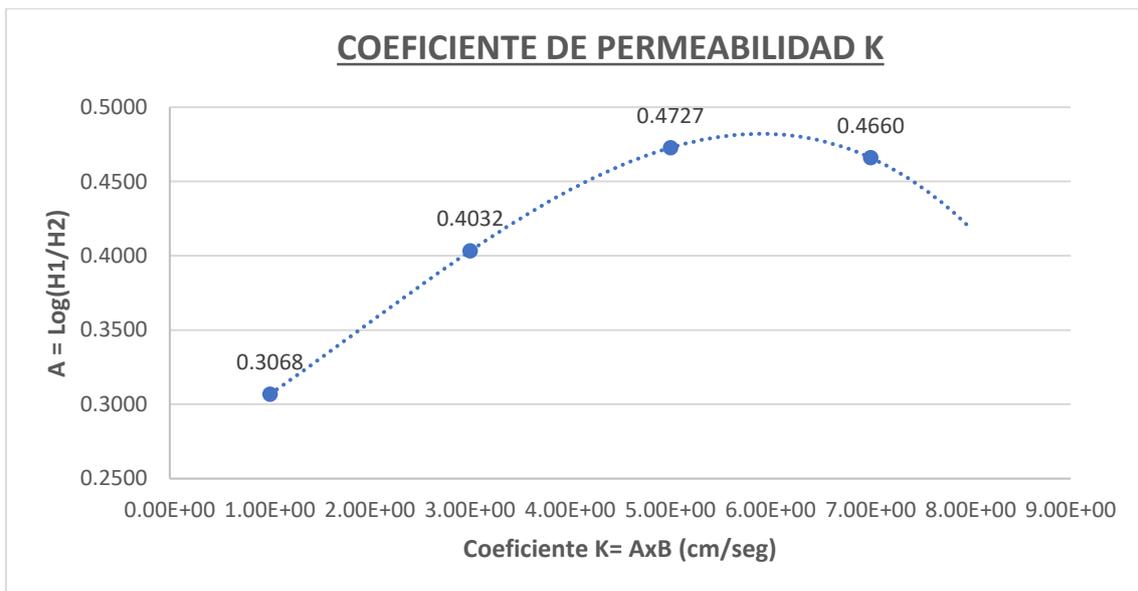
**Fig.26** Adición de CBC y YUTE en T.N.4

En la figura 26 se detalla el suelo patrón adicionando CBC y YUTE, obteniendo el 20% como el porcentaje de adición con mejores resultados, con una, densidad máxima de 1.71 gr/cm<sup>3</sup>, con un óptimo, contenido de humedad de 18.00% cifras obtenidas gracias al

ensayo de Proctor modificado; con un CBR al 95% de M.D.S. de 14.80% y con un CBR al 100% de M.D.S. de 20.20%.

**Permeabilidad que presenta el suelo patrón de cada calicata con la adición del porcentaje óptimo de 20% ceniza de bagazo de caña y 1.50% de yute.**

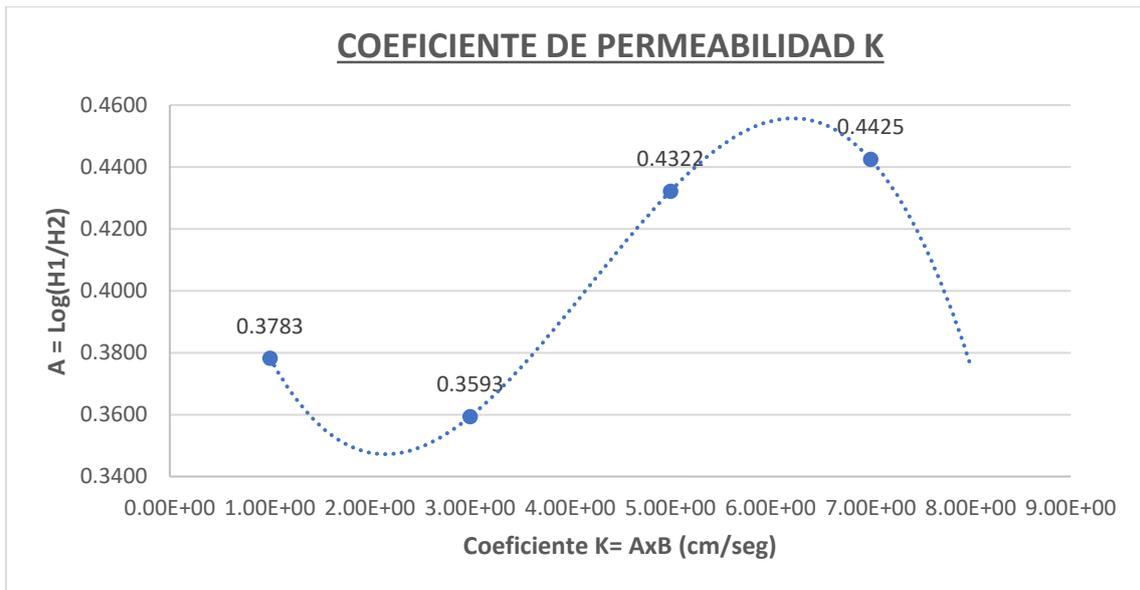
**C-01: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE**



**Fig.27** Permeabilidad C-01+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 27, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% de YUTE, en una altura de agua determinada en cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-01 un coeficiente de permeabilidad de  $K= 1.11 \times 10^{-3}$  cm/seg.

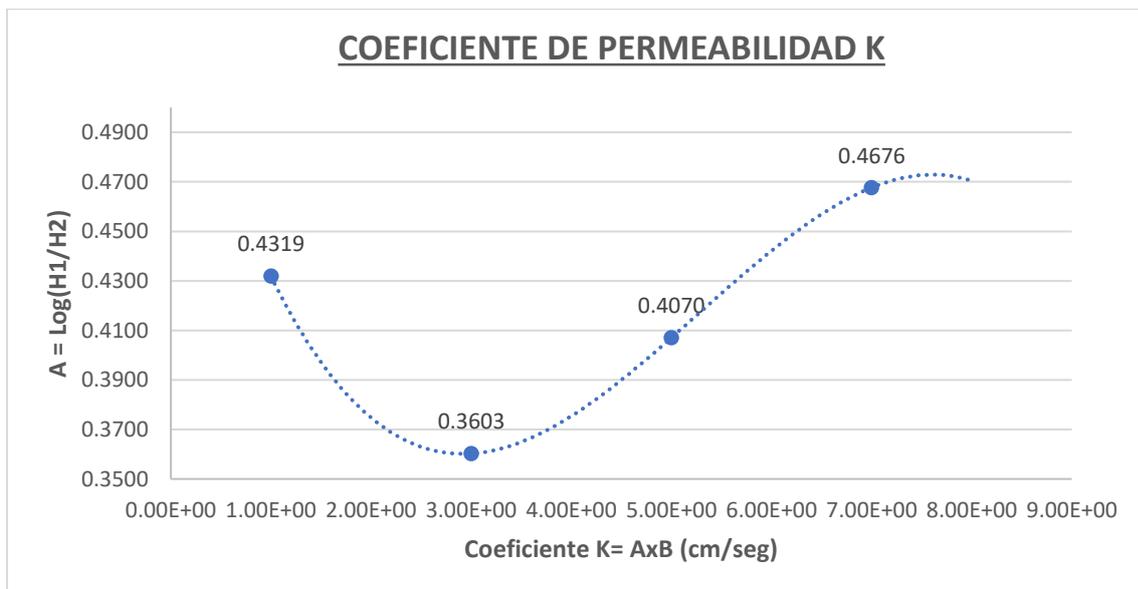
**C-02: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE**



**Fig.28** Permeabilidad C-02+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 28, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% YUTE, en una altura de agua determinada en cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-02 un coeficiente de permeabilidad de  $K= 1.15 \times 10^{-3}$  cm/seg.

**C-03: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE**

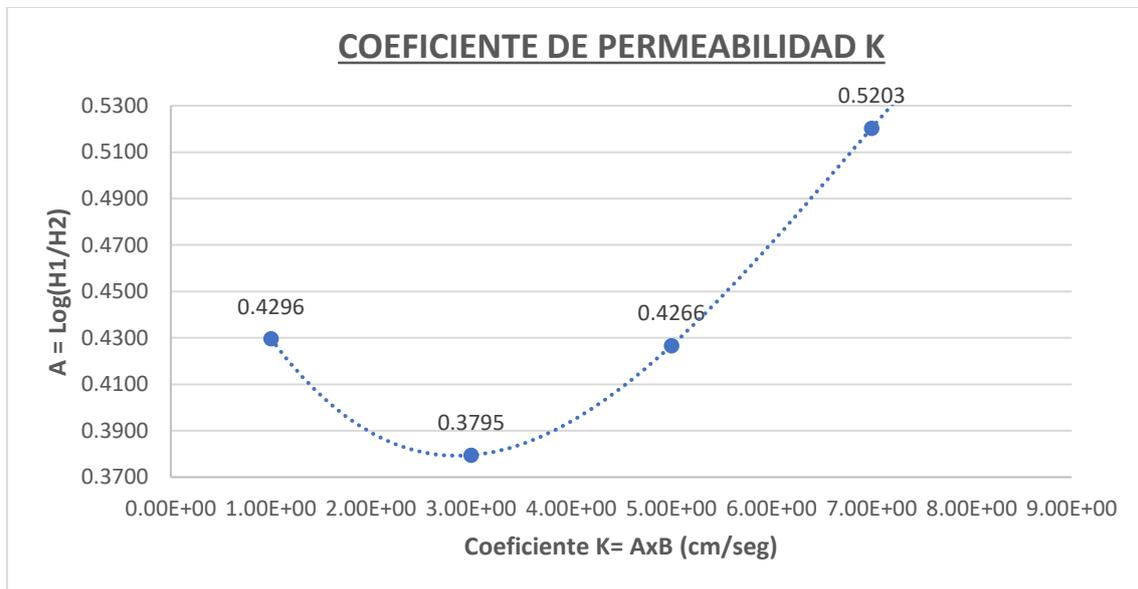


**Fig.29** Permeabilidad C-03+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 29, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% YUTE, en una altura de agua determinada en

cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-03 un coeficiente de permeabilidad de  $K= 1.16 \times 10^{-3}$  cm/seg.

**C-04: T.N. + 20% CBC + 1.50% YUTE**



**Fig.30** Permeabilidad C-04+20%CBC+1.50%YUTE.

En la figura 30, representa al coeficiente de permeabilidad que llega a tener la muestra de suelo adicionado con 20% de CBC y 1.50% YUTE, en una altura de agua determinada en cm contra una constante de tiempo en segundo; dando como resultado en la muestra de la C-04 un coeficiente de permeabilidad de  $K= 1.12 \times 10^{-3}$  cm/seg.

**DURABILIDAD**

Con los resultados obtenidos de la mezcla optima de 20% de CBC + 1.5% de Yute que incrementan notoriamente la capacidad portante del terrero, se llega a la conclusión que la fibra de yute tratado en la subrasante produce un endurecimiento y se consolida en menos de un año bajo la acción de la sobrecarga de subbase, el propio peso del pavimento, la rodadura y cargas de tráfico. Siendo así que con el transcurrir del tiempo la subrasante se vuelve cada vez menos dependiente de la fibra para su estabilidad, lo que hace que la durabilidad a largo plazo de la fibra yute sea algo redundante.

Pues la característica de alta resistencia del yute hace que actúe como una membrana de soporte que redistribuye las cargas de tráfico en un área más amplia del subsuelo haciendo que a la aplicación de una capa de subrasante reforzada con fibra de yute modificada mejore la resistencia del suelo de la subrasante, manteniendo intacta su biodegradabilidad durante el período de diseño a tomarse en cuenta según la norma AASHTO M288 – GEOTEXTILES y NTP EG-2013.

Se busca disminuir la biodegradabilidad microbiana de la fibra de yute al mezclarlo con la CBC que tiene componentes cementantes dándole una mayor resistencia a la permeabilidad, por ende, mejora su durabilidad en función a la mezcla con el suelo arcilloso.

Por eso este estudio de investigación busca determinar la resistencia que aporta la CBC y la fibra de yute en la estabilización de un suelo arcilloso.

### **3.2 Discusión**

De acuerdo al OE1 determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón, obtenidos mediante los ensayos en base a las normas NTP y ASTM que se muestran en la tabla N°10 y N°11 para las muestras del distrito La Victoria, se observó que el porcentaje de índice de plasticidad para las muestras obtenidas de las 4 calicatas se mantienen en un rango de 15% a 19% clasificándolo por el método SUCS como tipo CL y por el método AASHTO tipo A-6(10-11-12) definiéndolo como una arcilla de baja plasticidad con arena, por su parte Gutiérrez [18] en su investigación clasifica a la muestra de su suelo patrón por el método SUCS en la calicata 1 como CH arcilloso de alta plasticidad y en la calicata 2 como suelo arenoso arcilloso SC, dando concordancia con lo investigado ya que el procedimiento es esencial en los estudios de suelos, siendo indispensable para determinar las propiedades mecánicas del suelo patrón.

De acuerdo al OE2 evaluar la temperatura óptima de quemado mediante ensayo químicos de la CBC a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C y 800°C, en la figura N°13 se aprecia su composición química en  $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$  de las 4 muestras de ceniza de bagazo de caña de azúcar, a más temperatura incrementa su composición de sílice, tomando en cuenta que en nuestra investigación con resultados óptimos en la muestra 3 de 62.91% a una temperatura de 750°C y en la muestra, 4 a una temperatura, de 800°C tiene una composición de 63%, sin embargo Sharma Abhishek; [1] menciona en su estudio que a diferente temperatura de quemado y composición química, sus resultados en la muestra de ceniza 1 una composición de 17.08% y para la muestra 2 una composición de 16.84%, este estudio está en total desacuerdo puesto que las temperaturas de quemado del estudio antes mencionado no otorgaría una buena composición de sílice según la norma ASTM D3174.

De acuerdo al OE3 determinar las propiedades del suelo arcilloso incorporando a la calicata 1 adicionado con ceniza de bagazo de caña y yute en porcentaje de 5%, 10%, 15% y 20% y 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50% respectivamente, mostrada en la figura N°23

obteniendo como mejor resultado en función al suelo patrón mencionado en la tabla N°11 con un índice de máxima densidad seca de 1.72gr/cm<sup>3</sup>, un óptimo contenido de humedad de 18.03%, un CBR al 95% de M.D.S. de 15.70%, ubicándose en el rango del 20% - 1.50% de adición de CBC y YUTE. Según Guataquira Nuñez [15] en su investigación menciona que el valor de CBR para el suelo tipo arcilloso es mayor con el geotextil de yute, dando valores del 12 % y 18% a un CBR del 95% de M.D.S, estando de acuerdo con la investigación realizada pues puesto que se tiene una mejora considerable al aplicar fibra de yute para ser utilizado como refuerzo en un suelo arcilloso.

De acuerdo al OE4, con la muestra de ceniza optima a 800°C se hizo un estudio de microestructural mediante Microscopia Electrónica de Barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopia de rayos X Dispersiva en Energía (EDS), determinando principalmente altos valores de Carbono (C), Oxígeno (O) y Silicio (Si); los valores de oxígeno y silicio sugieren la presencia de Sílice (SiO<sub>2</sub>) siendo este un componente importante que aporta un aumento en la capacidad portante de los suelos blandos siendo este comprobado con los ensayos de CBR considerando un método viable para tratar el suelo arcilloso, , los resultados son respaldados por Gonzales [19], quienes encontraron mediante el análisis de microscopia electrónica de barrido pequeñas cantidades de silicatos, sílice; por su parte Zapata [22] se encontró un elevado contenido de oxígeno, silicio y calcio.

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

Se determino el análisis del T.N., extraídos de cada punto de calicatas realizadas en la Comunidad Mercedes Eulalio, se obtuvieron características de extracto diferente la cual permitió clasificarlos según el tipo de suelo, con el método AASHTO A6 (10-11-12) como suelo arcilla de baja plasticidad con arena.

Con los resultados físicos – químicos de la CBC a través del laboratorio Rivelab, mediante ensayos de analíticas en calizas, se determinó la clasificación y composición puzolánico en SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, de las 4 muestras de ceniza de bagazo, clasificando la mejor muestra con resultados obtenidos de 63% de óxidos combinados, clasificándose como

ceniza tipo F por tener elementos tipo cementante, según la norma ASTM D3174 para ser incluido como aditivo en el ámbito de la construcción.

Correspondiente a la fibra de yute en combinación con la CBC, influye positivamente al incorporar adecuadamente porcentajes al suelo arcilloso, mejorando significativamente su resistencia en ser estabilizado.

Al realizar el estudio de microscopía a la muestra nos sugiere la presencia de sílice y diversos aluminosilicatos, esto nos brinda un detalle más específico sobre la aparición de compuestos en la muestra tratada.

## **4.2 Recomendación.**

Utilizar esta combinación para el suelo patrón, con la finalidad de estabilizar el suelo arcilloso, pues la ceniza ofrece propiedades cementantes adecuados a las normas ASTM C618-08 y la fibra de yute aporta una gran mejoría en su resistencia y estabilidad del suelo.

Realizar una correcta selección de la CBC, y evaluar sus propiedades mediante ensayos físico – químicos, para lograr determinar su mejor composición puzolánico  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$  para ser utilizado como aditivo en el suelo de estudio.

Se recomienda utilizar la combinación de suelo patrón + 20% de CBC + 1.50% de Yute, ya que en los resultados nos muestra que se obtuvo el mayor valor de CBR, lo que puede resultar ser más significativo para el medio ambiente para futuros proyectos en la rama de la ingeniería civil.

Se recomienda realizar estudios de microscopía de las muestras, porque muchos estudios no realizan un ensayo de microestructura y por ende muchas veces se carece de un buen sustento técnico y más confiable.

## Referencias

- [1] A. Sharma and R. K. Sharma, "Características de la subrasante del suelo estabilizado con residuos agrícolas, residuos de construcción y cal," *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 80, no. 3, pp. 2473 - 2484, 2021.
- [2] R. A. M. R. Jagadesh P. y K. P. T, «Adaptabilidad de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en mortero,» *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, pp. 225-240, 2019.
- [3] M. Mahedi, B. Cetin and D. J. White, "Cement, Lime, and Fly Ashes in Stabilizing Expansive Soils: Performance Evaluation and Comparison," *Journal of Materials in Civil Engineering*, vol. 32, no. 7, p. 4020177, 2020.
- [4] A. Khandelwal y R. Kishor, «Utilización sostenible de cenizas de bagazo de caña en subrasantes de carreteras: una revisión crítica,» *Elsevier Ltd*, nº 78, pp. 114-119, 2023.
- [5] G. Sachin Chakravarthy, A. GuhaRay y A. Kar, «Experimental Investigations on Strength and Durability of Alkali-Activated Binder-Treated Natural Jute Geotextile,» *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, vol. 4, nº 97, p. 9, 2021.
- [6] A. Ansari, P. B. Daigavane, S. Pathan, N. Shaikh y F. Shaikh, «Use of Geotextiles in Roads Over Weak Subgrades,» *Lecture Notes in Civil Engineering*, vol. 137, pp. 365-373, 2021.
- [7] j. M. P. Ashfak y S. Kori, «Mejora de las propiedades portantes del suelo de algodón negro mediante una mezcla óptima de fibras de yute y coco como refuerzo,» *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, p. 4172–4177, 2019.
- [8] J. E. J. M. Edeh y A. Abubakar, «Estabilización con ceniza de bagazo de caña de pavimento asfáltico recuperado como material vial,» *International Journal of Pavement Engineering*, vol. 20, nº 12, pp. 1385-1391, 2019.
- [9] L. C. Abanto and E. Salinas, "Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú," Repositorio: UPN-Institucional, Trujillo, 2021.
- [10] P. T. Sandra, "Estabilización de Suelos Arcillosos Con Cenizas de Caña de Bagazo De Caña De Azúcar," Repositorio: PUCP- Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, 2023.
- [11] J. T. W. Quispe, "Estabilización de suelos arcillosos con cal y cenizas de cáscara de castaña para la subrasante en la Av. Circunvalación, Tambopata 2022," Repositorio: UCV- Institucional, Lima, 2022.
- [12] E. G. Bernal and V. M. Cueva, "Aplicación de ecoestabilizantes de suelo cohesivo a partir de ceniza de *Oryza Sativa* del camino

- Collique Alto - Pucalá – Lambayeque 2021," Repositorio: UCV-Institucional, Lambayeque, 2021.
- [13] M. Carlina, Y. Apriyanti and F. Fahriani, "The Effect of Addition of Bagasse Ash and Eggshell Powder on CBR Value of Clay Soil," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 926, no. 1, p. 12102, 2021.
- [14] P. Zalwango, A. Bazairwe and S. Ainomugisha, "Blending lime with sugarcane bagasse ash for stabilizing expansive clay soils in subgrade," *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 53, no. 5, p. 210510, 2021.
- [15] M. N. Guataquira Nuñez y O. M. Gaona Caballero, «ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE EL GEOTEXTIL CONVENCIONAL Y EL GEOTEXTIL DE YUTE QUÍMICAMENTE TRATADO EMPLEADO PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE EN OBRAS VIALES, Y SU EVALUACION COMO ALTERNATIVA DE USO EN COLOMBIA.,» 2020.
- [16] S. F. Torres and J. Y. Landa, "Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal en el tramo de la carretera Tingo María - Monzón en la provincia de Leoncio Prado," Repositorio: UPC-Institucional, Lima, 2020.
- [17] B. C. Sally, «INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE FIBRA DE YUTE EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL MATERIAL DE AFIRMADO DE LA CANTERA "BAZAN" - CAJAMARCA, 2017.,» 2019.
- [18] J. A. Gutiérrez, "Efecto de la adición de ceniza de bagazo y lodo de granito en la estabilización de suelos arcillosos, Lambayeque," Repositorio: UCV-Institucional, Lambayeque, 2021.
- [19] S. C. Gonzales Macedo, «Propiedades Microestructurales y Mecánicas de un suelo adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar y polietileno de alta densidad,» Repositorio USS, 2023.
- [20] C. Flores, «Influencia de la Limadura de Acero en la Caracterización Microestructural y Mecánica del Mortero para uso de Albañilería Estructural,» Repositorio USS, 2023.
- [21] R. Tanzadeh, M. Vafaeian and M. Y. Fard, "The influence of lime powder on the behaviour of clay soil," *Gradjevinar*, vol. 73, no. 9, pp. 907 - 915, 2021.
- [22] S. Zapata, «Impacto del Uso de Cascarilla de Arroz en Propiedades Mecánicas y Microestructurales de Morteros de Mampostería,» Repositorio USS, 2023.
- [23] V. Meza, «EVALUACIÓN DE LA CENIZA DE CARBÓN COMO ADITIVO ESTABILIZADOR EN SUELOS ARCILLOSOS CON FINES DE PAVIMENTACIÓN,» Repositorio USS, 2023.

- [24] P. Mishra y V. K. Arora, «Ash, Stabilization of Silty Soil with Marble Dust and Sugarcane Bagasse,» *Recycled Waste Materials*, vol. 32, pp. 51-58, 2019.
- [25] E. Y. Sanchez Guevara, "Análisis de las Propiedades Mecánicas del Adobe Elaborado con Fibras de Yute.," Repositorio Universidad Señor de Sipán., Pimentel, 2023.
- [26] A. J. Lopez Chanta y D. Torres Vera, «Mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales mediante la determinación de los parámetros de resistencia Jaén - Cajamarca 2021.,» 2021.
- [27] L. A. Torres Lora, «Correlación del límite de contracción y la actividad coloidal en suelos arcillosos, La Victoria - Lambayeque 2019.,» Repositorio de Tesis - Universidad Señor de Sipán, 2019.
- [28] A. F. Al-Baidhani y A. J. Al-Taie, «Características de rendimiento del material de desecho bajo en carbono para estabilizar tierra con una plasticidad extremadamente alta.,» *Acta Politécnica*, vol. 5, nº 61, pp. 579-589, 2021.
- [29] Y. J. Huancoillo, "Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno," Repositorio:UNAP-Institucional, Puno, 2017.
- [30] D. A. Garcia Liberato y A. Romero Naranjo, «VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA ENTRE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELO - CEMENTO Y LA ESTABILIZACIÓN CON SUELO - CEMENTO Y FIBRA DE FIQUE,» Repositorio de la Universidad de Ibagué, 2019.
- [31] F. M. Gonzales, «Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno,» Puno, 2018.
- [32] E. J. Camargo y M. Á. Peralta, «Evaluación del comportamiento de la resistencia de un suelo arcilloso con adición de ceniza de café en el municipio de Viotá cundinamarca,» Colombia, 2020.
- [33] M. d. T. y. C. MTC, «Manual de Ensayos de Materiales,» MTC, Lima, 2016.
- [34] A. M. Bazán Galarreta y K. S. Prado Holguín, «Correlación entre el CBR y el PDC en la determinación de la resistencia del suelo en la localidad de Moche.,» Repositorio de Tesis Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, 2021.
- [35] A. S. P. Moragues Terrades, «Caracterización microestructural de materiales base cemento mediante ensayos destructivos (Parte I),» *"Cemento y Hormigón"*, vol. 1, nº 921, p. 29, 2018.
- [36] Santamaría, «Fabricación de morteros de albañilería con escoria negra de horno eléctrico de arco EAF y escoria blanca de horno cachara LF,» *Universidad de Burgos*, vol. 1, nº 1, p. 310, 2015.

- [37] Liu, Wang, Gao y Fryda, «Characterization of the white deposit on the surface of cement mortars by correlative light-electron microscopy (CLEM),» *Semantic Scholar*, vol. 10, p. 70, 2022.
- [38] D. L. L. Zaniletti, «Study Types in Orthopaedics Research: Is My Study Design Appropriate for the Research Ques,» *The Journal of Arthroplasty*, vol. 37, nº 10, pp. 1939-1944, 2002.
- [39] J. L. Arias G., J. Holgado T., T. L. Tafur P. y M. J. Vasquez P., «Metodología delainvestigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis.,» de *Metodología delainvestigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis.*, Puno, Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú S.A.C., 2022, p. 104.
- [40] A. José, «Metodologia de la investigacion,» EDITADA POR INSTITUTO UNIVERSITARIO DE INNOVACION CIENCIA Y TECNOLOGIA INUDI PERÚ, 2020.
- [41] C. D. Sergio, «METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación,» San Marcos EIR, 2019.
- [42] NTP.339.128, «SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico.,» INACAL, LIMA, 2019.
- [43] ASTM-D422, «Método de Ensayo Estándar para el Análisis Granulométrico,» ASTM, 2019.
- [44] NTP-339.129, «SUELOS Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelo,» INCAL, Lima, 2019.
- [45] ASTM-D4318, «Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,» ASTM, 2018.
- [46] M. Carlina, Y. Apriyanti and F. Fahriani, "El efecto de la adición de ceniza de bagazo y polvo de cáscara de huevo sobre el valor CBR del suelo arcilloso," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 926, no. 1, p. 12102, 2021.

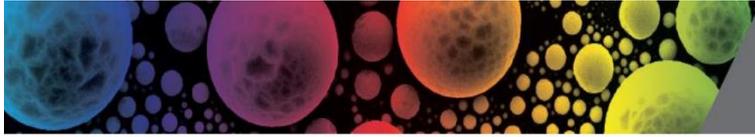
## ANEXOS

Anexo 1.	Matriz de consistencia.....	63
Anexo 2.	Ensayos de Análisis Microestructural.....	65
Anexo 3.	Análisis Físico - Químicos de la CBC y YUTE .....	74
Anexo 4.	Certificado de Laboratorio A & C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos. ....	83
Anexo 5.	Propiedades Físico - Mecánicas del Suelo Patrón 1 .....	86
Anexo 6.	Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC% .....	92
Anexo 7.	Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC% + YUTE% .....	108
Anexo 8.	Propiedades Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 2 .....	124
Anexo 9.	Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC% .....	130
Anexo 10.	Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC% + YUTE% .....	146
Anexo 11.	<i>Ensayo Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 3 .....</i>	<i>162</i>
Anexo 12.	<i>Ensayos Mecánicas del Suelo Patrón 3 + CBC% .....</i>	<i>168</i>
Anexo 13.	Ensayos Mecánicas del Suelo Patrón 3 + CBC% + Yute%.....	184
Anexo 14.	Ensayos Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 4.....	200
Anexo 15.	Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC .....	206
Anexo 16.	Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC + YUTE .....	222
Anexo 17.	Ensayo de Permeabilidad al Suelo Patrón + Optimo CBC% + Optimo Yute% .....	238
Anexo 18.	<i>Certificados de Calibración de los Equipos .....</i>	<i>243</i>
Anexo 19.	Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del Instrumento AIKEN .....	261
Anexo 20.	Ficha de Validación y Confiabilidad de Aiken por 5 jueces expertos. ....	269
Anexo 21.	<i>Panel Fotográfico .....</i>	<i>280</i>

**Anexo 1.** Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE/TIPO/DISEÑO	TÉCNICAS/ INSTRUMENTO
¿Cómo influye el estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carretera?	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar el estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras.</p>	<p>La incorporación de cenizas de bagazo de caña al 5%, 10%, 15% y 20% y fibra de yute al 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50% mejoran el comportamiento físico-mecánico del suelo arcilloso.</p>	<p><b>V.I.: Ceniza de bagazo de caña y fibra de yute.</b></p>	<p><b>Población:</b> En esta investigación los pobladores beneficiados en el Caserío Chapuce Alto, La Victoria, Chiclayo, Lambayeque.</p> <p><b>Muestra:</b> En esta investigación se proyectó una distancia de 1500 metros conformada por suelos arcillosos típico de la zona de estudio, en la cual se extrajo 4 puntos de exploración (calicatas), cada punto con una distancia de 500metros.</p>	<p><b>Tipo:</b> Aplicada.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental.</p> <p><b>Nivel:</b> Cuasiexperimental.</p>	<p><b>Técnicas:</b> Observación</p> <p><b>Instrumento:</b> Recolección de datos</p>
	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo patrón</li> <li>Evaluar la temperatura optima de quemado mediante ensayo químicos de la CBC a diferentes temperaturas 650°C, 700°C, 750°C, 800°C.</li> <li>Determinas las propiedades del suelo arcilloso, incorporando las cenizas de bagazo de caña al 5%, 10%, 15% y 20% y fibra de yute al 0.75%, 1%, 1.25% y 1.50%.</li> <li>Analizar las propiedades microestructurales del valor óptimo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar mediante los ensayos de microscopia electrónica de barrido (SEM) incluyendo (EDS).</li> </ol>					

## **Anexo 2.** Ensayos de Análisis Microestructural



## INFORME TÉCNICO

**Número Total de Páginas: 8**

**SOLICITADO POR :** JOSE MANUEL BRAVO CABANILLAS.  
**MUESTRA :** Cenizas de bagazo de caña de azúcar.  
**REALIZADO POR :** Ing. Pablo Valverde.  
**FECHA DE EMISIÓN:** 06.03.2024.



### I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis morfológico y composicional mediante Microscopía Electrónica de Barrido (SEM) en conjunción con Espectroscopía de rayos X Dispersiva en Energía (EDS), de una muestra que, de acuerdo con la información brindada por el solicitante, correspondía a cenizas de bagazo de caña de azúcar (800°C).

### II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las medidas fueron realizadas con un Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) de marca FEI modelo Quanta 200, para lo cual se utilizó un voltaje de aceleración de 30 kV y un tamaño de punto de 6, tanto para las imágenes como para la composición. Se midieron diversas áreas con una magnificación entre 70 a 270x a fin de captar los rasgos de interés. Las medidas de espectroscopía de rayos X dispersiva en energía (EDS) fueron realizadas con un detector de marca EDAX, montado en el microscopio electrónico. El procesamiento de los datos y la determinación de la composición elemental se realizó con el software EDAX Genesis XM 4, utilizando una corrección de matriz ZAF.

Con respecto a la preparación de la muestra, se seleccionó una porción de muestra que fue montada sobre un poste de aluminio para microscopía electrónica fijada con cinta adhesiva de carbono. Las medidas fueron realizadas en un régimen de bajo vacío con inyección de vapor de agua, con la finalidad de evitar la acumulación de carga superficial en las muestras y permitir medidas sin necesidad de recubrir las muestras con oro. Esto fue hecho para prevenir sesgos en las medidas de EDS.

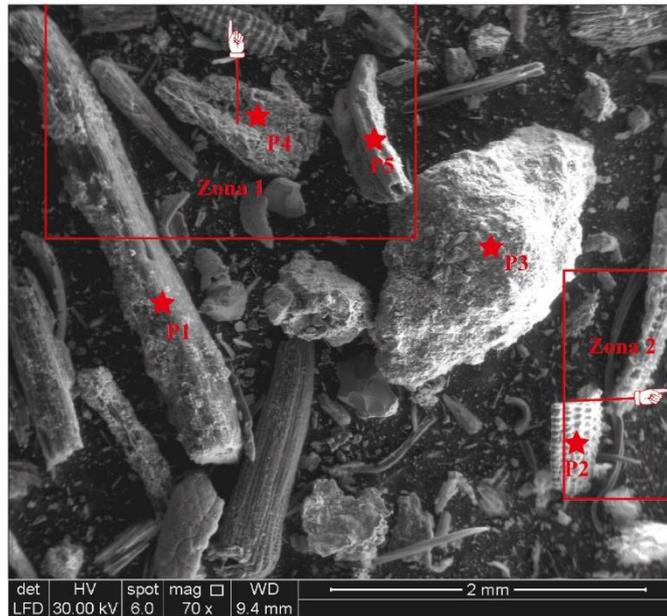
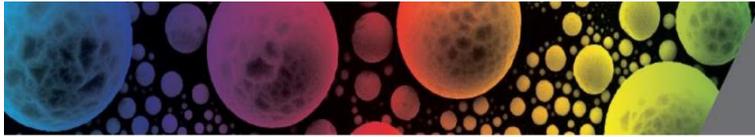
### III. RESULTADOS

Para obtener la mayor cantidad de información de la muestra, el análisis consistió en la adquisición de imágenes y análisis elemental desde una perspectiva general hasta un enfoque más detallado, incluyendo análisis por sectores y granos específicos de la muestra.

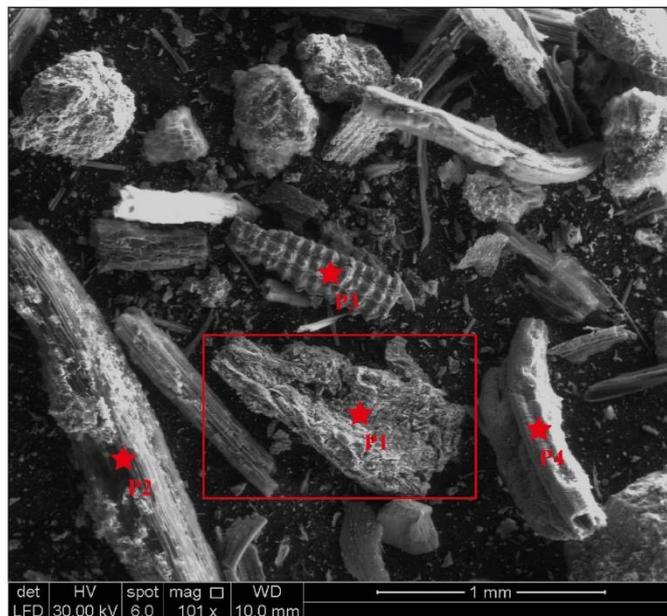
Las **Figuras 1, 2, 3, 4 y 5** corresponden a la señal de electrones secundarios, que provienen principalmente de la superficie de la muestra y proporcionan una mayor sensibilidad a los rasgos topográficos. La **Figura 1** ofrece una **visión general** de la amplia variedad de compuestos presentes en la muestra de interés. A nivel **más local**, se adquirieron las **Figuras 2 (Zona 1) y 3 (Zona 2)**, donde se aprecia de manera más detallada el **aspecto textural y morfológico** de cada grano de ceniza. Finalmente, las **figuras 4 y 5** son imágenes de los **granos más prominentes** dentro de la muestra.

En todas las imágenes se han identificado regiones de interés para el análisis elemental. En las **Tablas 1, 2 y 3** se presentan los resultados de las medidas de EDS asociadas con las figuras 1, 2 y 3, respectivamente. Las concentraciones de cada elemento se expresan en **porcentaje por masa (wt%)** y **porcentaje atómico (at%)**. Es importante destacar que el margen de error en las medidas de EDS es típicamente del orden de  $\pm 1$  at%, lo que hace que los resultados sean principalmente cualitativos para los elementos con concentraciones muy bajas. En las **Figuras 6-10** se muestran los espectros de EDS más relevantes de las regiones identificadas, con el fin de verificar la calidad del ajuste.

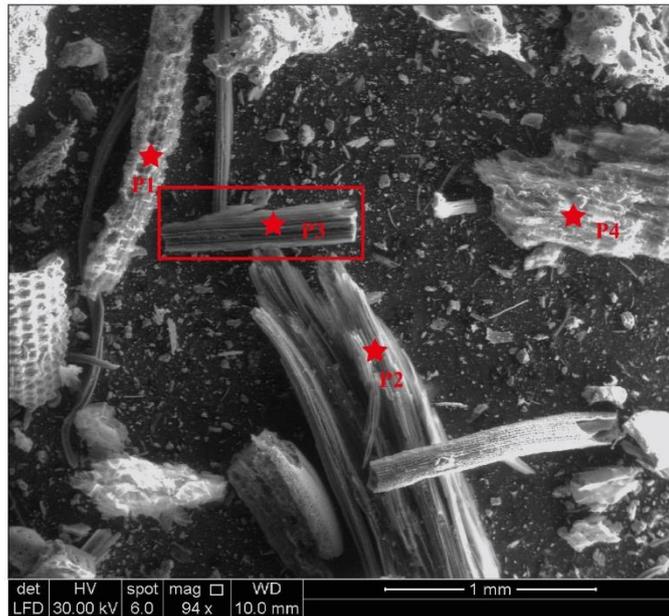
A partir de las imágenes obtenidas por electrones secundarios, se pueden observar los diferentes aspectos de las cenizas como resultado del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar. Las formas (irregulares, alargadas, esféricas) y texturas (rugosas, porosas, lisas) que presentan posiblemente dependan de las temperaturas y condiciones durante la combustión. De manera complementaria, los análisis EDS realizados en las cenizas muestran altos valores de carbono (C), oxígeno (O) y silicio (Si). El alto contenido de carbono en las cenizas indica la presencia de materia orgánica no quemada en la muestra. Además, los valores de oxígeno y silicio sugieren la posible presencia de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), ya sea como componente natural de la caña de azúcar o como impurezas minerales presentes en la caña de azúcar que son añadidas durante su procesamiento. En menor medida, se observa la presencia de hierro (Fe), aluminio (Al), sodio (Na), calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg), que junto con los elementos de alto contenido indican la presencia de aluminosilicatos. Ejemplos de aluminosilicatos incluyen feldspatos, micas, zeolitas o arcillas, que tienen amplias aplicaciones industriales o tecnológicas. Finalmente, a nivel de trazas, se detecta la presencia de azufre (S), fósforo (P) y cloro (Cl), que estarían principalmente asociados al crecimiento de la caña de azúcar debido probablemente a su presencia en el suelo.



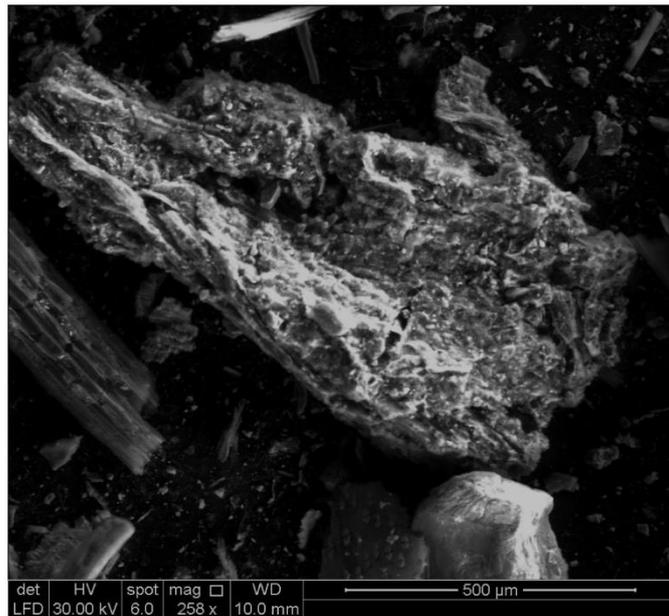
**Figura 1.** Micrografía de la muestra a una magnificación de 70x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.



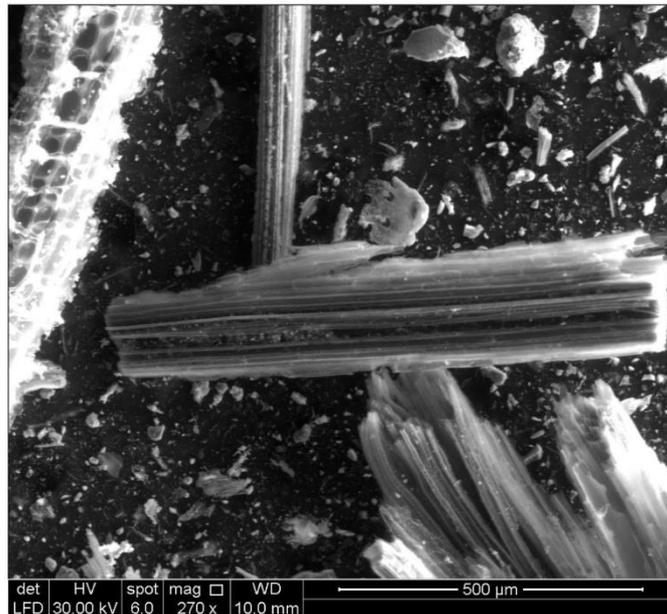
**Figura 2.** Micrografía de la zona 1 a una magnificación de 101x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.



**Figura 3.** Micrografía de la zona 2 a una magnificación de 94x con regiones de interés señaladas, señal de electrones secundarios.



**Figura 4.** Micrografía del área marcada en la figura 2 con una magnificación de 258x, señal de electrones secundarios.



**Figura 5.** Micrografía del área marcada en la figura 3 con una magnificación de 270x, señal de electrones secundarios.

**Tabla 1.** Composición química medida por EDS en diferentes regiones.

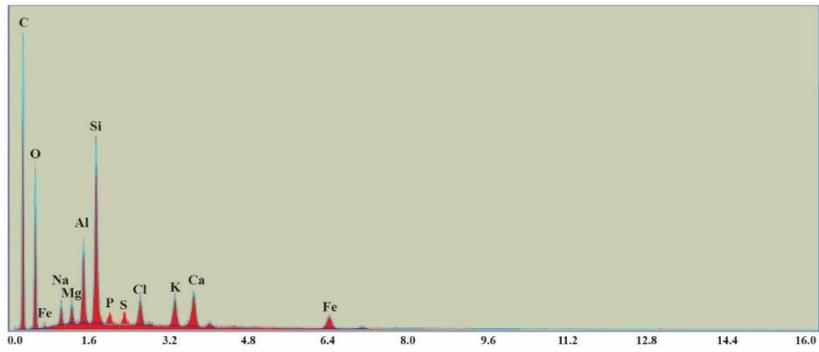
Elemento químico	P1		P2		P3		P4		P5	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C	53.7	64.79	23.02	32.41	--	--	--	--	--	--
O	30.5	27.63	46.92	49.59	40.24	57.95	45.64	62.13	49.55	64.35
Na	1.8	1.14	0.97	0.72	1.93	1.94	2.23	2.11	1.82	1.64
Mg	0.96	0.57	0.27	0.19	2.55	2.42	1.16	1.04	--	--
Al	2.47	1.33	0.56	0.35	7.82	6.68	10.44	8.43	1.83	1.41
Si	4.79	2.47	26.53	15.97	20.62	16.92	21.66	16.8	36.35	26.89
P	0.4	0.19	--	--	0.57	0.42	0.44	0.31	--	--
S	0.37	0.17	--	--	0.24	0.18	0.48	0.33	--	--
Cl	0.88	0.36	0.56	0.27	0.93	0.61	0.57	0.35	4.96	2.91
K	1.14	0.42	0.68	0.29	3.5	2.06	5.51	3.07	3.27	1.74
Ca	1.6	0.58	0.48	0.2	11.87	6.82	5.29	2.87	1.6	0.83
Fe	1.36	0.35	--	--	9.73	4.01	6.57	2.56	0.62	0.23

**Tabla 2.** Composición química medida por EDS en diferentes regiones.

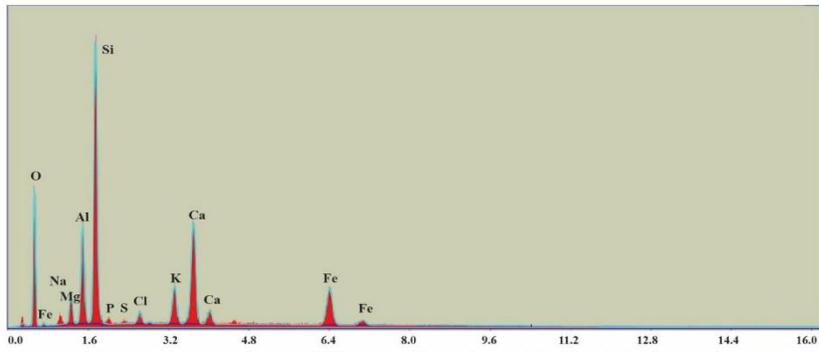
Elemento químico	P1		P2		P3		P4	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C	--	--	76.2	83.09	19.73	29.21	17.38	25.89
O	43.01	59.7	17.15	14.04	43.1	47.91	46.6	52.12
Na	2.05	1.98	1.34	0.76	--	--	2.95	2.3
Mg	1.18	1.08	0.23	0.12	--	--	0.63	0.46
Al	9.16	7.54	0.78	0.38	1.37	0.9	2.93	1.94
Si	26.05	20.6	1.21	0.57	31.48	19.93	21.44	13.66
P	0.15	0.11	0.21	0.09	--	--	0.1	0.06
S	0.25	0.17	0.2	0.08	--	--	0.12	0.07
Cl	0.45	0.28	0.73	0.27	1.86	0.93	2.59	1.31
K	5.15	2.92	0.58	0.19	2.46	1.12	2.59	1.18
Ca	4.06	2.25	0.92	0.3	--	--	1.28	0.57
Fe	8.5	3.38	0.45	0.1	--	--	1.4	0.45

**Tabla 3.** Composición química medida por EDS en diferentes regiones.

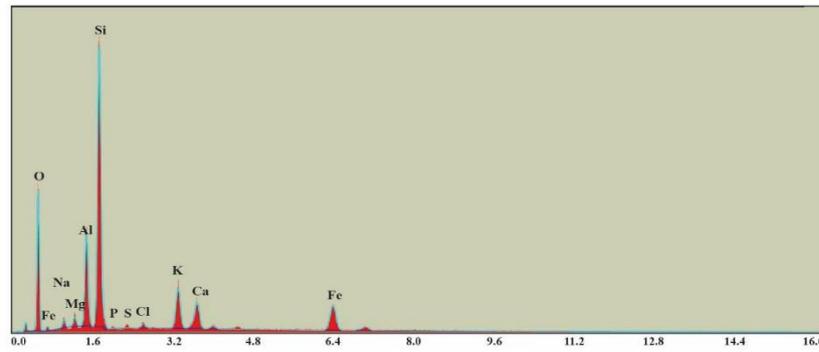
Elemento químico	P1		P2		P3		P4	
	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%	wt%	at%
C	58.4	71.38	60.14	71.34	55.81	67.13	48.16	59.81
O	19.59	17.97	25.36	22.58	29.06	26.24	33.64	31.36
Na	1.16	0.74	--	--	2.11	1.33	2.37	1.54
Mg	0.93	0.56	--	--	0.47	0.28	0.5	0.31
Al	0.99	0.54	1.2	0.63	0.51	0.27	1.95	1.08
Si	10.65	5.56	3.72	1.89	1.75	0.9	6.15	3.27
P	0.26	0.12	--	--	--	--	0.18	0.09
S	1.12	0.51	--	--	--	--	0.24	0.11
Cl	1.43	0.59	2.74	1.1	3.96	1.61	0.86	0.36
K	1.94	0.73	3.01	1.1	2.39	0.88	2.2	0.84
Ca	3.55	1.3	3.83	1.36	3.23	1.16	2.29	0.85
Fe	--	--	--	--	0.71	0.18	1.46	0.39



**Figura 6.** Espectro de EDS y ajuste en la región P1 de la figura 1.



**Figura 7.** Espectro de EDS y ajuste en la región P3 de la figura 1.



**Figura 8.** Espectro de EDS y ajuste en la región P1 de la figura 2.

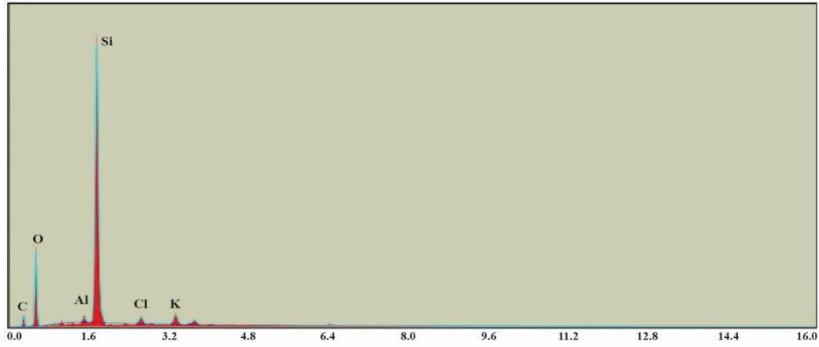


Figura 9. Espectro EDS y ajuste de la región P3 de la figura 2.

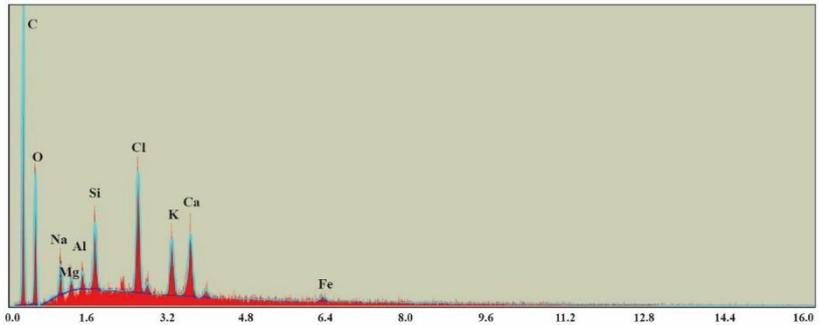


Figura 10. Espectro EDS y ajuste de la región P3 de la figura 3.

#### IV. CONCLUSIONES

Los análisis micrográficos revelaron una amplia variedad de texturas y formas en las cenizas de bagazo de azúcar, estas probablemente son atribuibles a las diferentes temperaturas y condiciones de combustión. Además, los análisis de EDS sugieren la presencia de sílice y diversos aluminosilicatos, respaldados por los contenidos elementales encontrados. Finalmente, se recomienda realizar análisis de difracción de rayos X (DRX) para una identificación más precisa de estas especies minerales y complementar la información previamente expuesta.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales



Dr. Jorge Andrés Guerra Torres  
Jefe

**Anexo 3.** *Análisis Físico - Químicos de la CBC y YUTE*

**INFORME DE ENSAYO N°1267-2022 RIVELAB**

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	021122C71
NOMBRE DEL SOLICITANTE	:	Abel Jesús Borifacio Vergara- José Manuel Bravo Cabanillas
TÍTULO DE LA TESIS	:	"Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras"
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físico químicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Ceniza de bagazo
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-650
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	Empresa Azucarera del Norte SAC - Camocera a Fomofale - Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	02/11/2022
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	08/11/2022

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS CNZ-650
HUMEDAD	%	2.14
SiO <sub>2</sub>	%	51.23
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.77
CaO	%	1.98
MgO	%	0.19
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	62.81

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 338.127.1998 (revisada el 2016)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumétrica


**Rivelab**  
 Laboratorio



 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

## INFORME DE ENSAYO N°1270-2022 RIVELAB

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	021122CZ4
NOMBRE DEL SOLICITANTE	:	Abel Jesús Bonifacio Vergara-José Manuel Bravo Cabanillas
TÍTULO DE LA TESIS	:	"Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras"
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físico-químicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Ceniza de bagazo
CODIGO DE MUESTRA	:	CNZ-800
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	:	Empresa Azucarera del Norte SAC - Carrotora a Forroñaño - Lambayeque
LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	:	Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	:	02/11/2022
FECHA DE TÉRMINO DE LOS ENSAYOS	:	08/11/2022

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS CNZ-800
HUMEDAD	%	2.30
SiO <sub>2</sub>	%	51.34
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.88
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.78
CaO	%	4.6
MgO	%	1.25
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	63.00

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 335-127-1982 (revisada el 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculo a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumétrica

Rivelab

Laboratorio



Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
Ingeniero Químico  
R. CIP. 130519

**INFORME DE ENSAYO N°1269-2022 RIVELAB**

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

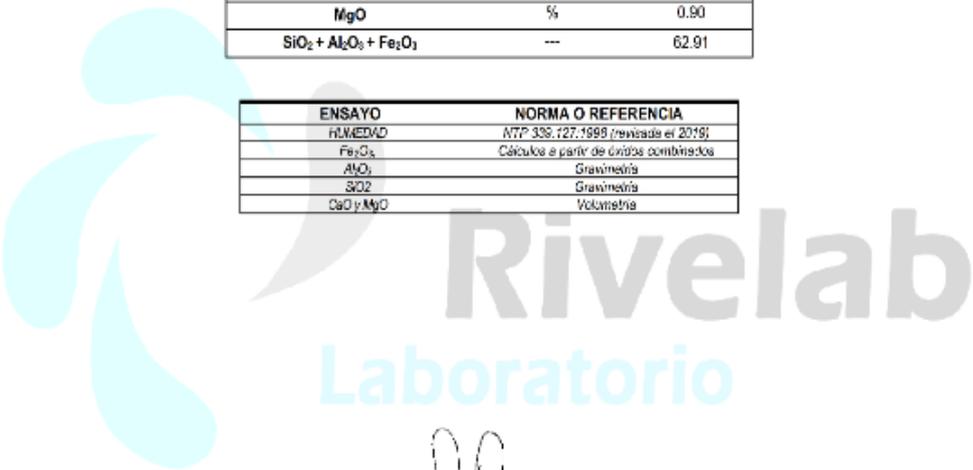
Pág. 1 de 1

<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>	:	021122C23
<b>NOMBRE DEL SOLICITANTE</b>	:	Abel Jesús Bonifacio Vergara - José Manuel Bravo Cabanillas
<b>TITULO DE LA TESIS</b>	:	"Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionado yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras"
<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	:	Muestra proporcionada por el cliente
<b>PROPOSITO DEL SERVICIO</b>	:	Análisis físico-químico
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	:	Ceniza de bagazo
<b>CODIGO DE MUESTRA</b>	:	CNZ-750
<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	:	01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra
<b>LUGAR DE TOMA DE MUESTRA</b>	:	Empresa Azucarera del Norte SAC - Carretera a Ferreñafe - Lambayeque
<b>LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA</b>	:	Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022
<b>FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS</b>	:	02/11/2022
<b>FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS</b>	:	03/11/2022

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS CNZ-750
HUMEDAD	%	2.30
SiO <sub>2</sub>	%	51.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.63
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.78
CaO	%	2.70
MgO	%	0.90
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	---	62.91

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 332.127-1999 (revisado el 2019)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculo a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volumetría




 Dr. JOSÉ RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

**INFORME DE ENSAYO N°1268-2022 RIVELAB**

Emitido en Trujillo, 10 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

<b>SOLICITUD DE SERVICIO</b>	:	021122C22
<b>NOMBRE DEL SOLICITANTE</b>	:	Abel Jesús Bonifacio Vergara - José Manuel Bravo Cabanillas
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	:	"Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras"
<b>PROCEDENCIA DE LA MUESTRA</b>	:	Muestra proporcionada por el cliente
<b>PROPOSITO DEL SERVICIO</b>	:	Análisis físico químicos
<b>PRODUCTO DECLARADO</b>	:	Ceniza de bagazo
<b>CODIGO DE MUESTRA</b>	:	CNZ-700
<b>CANTIDAD DE MUESTRA</b>	:	01 bolsa sellada herméticamente con 250 g de muestra
<b>LUGAR DE TOMA DE MUESTRA</b>	:	Empresa Azucarera del Norte SAC - Carretera a Ferenale - Lambayeque
<b>LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA</b>	:	Laboratorio-Trujillo / 02-11-2022
<b>FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS</b>	:	02/11/2022
<b>FECHA DE TÉRMINO DE LOS ENSAYOS</b>	:	09/11/2022

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS (FQ)**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS CNZ-700
HUMEDAD	%	2.30
SiO <sub>2</sub>	%	51.30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	6.83
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.78
CaO	%	2.70
MgO	%	0.80
SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	--	62.91

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
HUMEDAD	NTP 330 127-1308 (revisada el 2018)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cálculos a partir de óxidos combinados
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Gravimetría
SiO <sub>2</sub>	Gravimetría
CaO y MgO	Volúmetría




 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. C.I.P. 130519

**INFORME DE ENSAYO N°1273-2022 RIVELAB**

Emitido en Trujillo, 12 de noviembre de 2022

Pág. 1 de 1

SOLICITUD DE SERVICIO	:	021122FY
NOMBRE DEL SOLICITANTE	:	Abel Jesús Bonifacio Vergara - José Manuel Bravo Cabanillas
TÍTULO DE LA TESIS	:	"Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras"
PROCEDENCIA DE LA MUESTRA	:	Muestra proporcionada por el cliente
PROPOSITO DEL SERVICIO	:	Análisis físicos químicos
PRODUCTO DECLARADO	:	Fibra de yute
IDENTIFICACION /MARCA	:	SM
CANTIDAD DE MUESTRA	:	01 bolsa sellada herméticamente de 500 g.
FECHA DE TOMA DE MUESTRA	:	02/11/2022
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	:	02/11/2022
MUESTRA DIRIMIENTE	:	Muestra No Sujeta a Dismenda por ser Muestra Penecible y/o Muestra Única.
FECHA DE TERMINO DE LOS ENSAYOS	:	12/11/2022

**ANALISIS FISICOQUIMICOS (FQ)**

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
pH	Unidad de pH	6.30
Conductividad eléctrica	uS/cm	121
Humedad	%	12.17
Densidad	kg/m <sup>3</sup>	1185
Longitud de fibra	cm	6 a 11
Contenido de celulosa	%	< 65
Retención de humedad	%	> 65
Ceniza	%	1.13
Material soluble en H <sub>2</sub> O	%	>1.4

ENSAYO	NORMA O REFERENCIA
Humedad	NTP-ISO 712-2010
Cenizas	NTP 205 004-2022
pH	FPA Manual 0045 D. Versión 4
Densidad	Gravimetría
Conductividad	NTP 335.156.2001



 Dr. JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

# Informe de Calibración

## LM - LI1 - 001 - 2022

Laboratorio Itinerante 1

Página 5 de 5

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### Recalibración

Los resultados son válidos en el momento 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.

### DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad que cumple con las siguientes Normas internacionales vigentes ISO/IEC 17025; ISO 17034; ISO 27001 e ISO 37001; con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio brindando trazabilidad metrológicamente válida al Sistema Internacional de Unidades SI y al Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

### SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.



**FICHA RUC : 20477591451**  
**LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.**

Número de Transacción : 67312367  
 CIR - Constancia de Información Registrada

**Información General del Contribuyente**

Apellidos y Nombres ó Razón Social	: LABORATORIO RIVERO S.A.C. - RIVELAB S.A.C.
Tipo de Contribuyente	: 39-SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Fecha de Inscripción	: 07/02/2012
Fecha de Inicio de Actividades	: 07/02/2012
Estado del Contribuyente	: ACTIVO
Dependencia SUNAT	: 0063 - I.R.LA LIBERTAD-MEPECO
Condición del Domicilio Fiscal	: HABIDO
Emisor electrónico desde	: 24/01/2018
Comprobantes electrónicos	: FACTURA (desde 24/01/2018)

**Datos del Contribuyente**

Nombre Comercial	: -
Tipo de Representación	: -
Actividad Económica Principal	: 7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS
Actividad Económica Secundaria 1	: 0990 - ACTIVIDADES DE APOYO PARA OTRAS ACTIVIDADES DE EXPLOTACION DE MINAS Y CANTERAS
Actividad Económica Secundaria 2	: 2029 - FABRICACION DE OTROS PRODUCTOS QUÍMICOS N.C.P.
Sistema Emisión Comprobantes de Pago	: MANUAL
Sistema de Contabilidad	: MANUAL
Código de Profesión / Oficio	: -
Actividad de Comercio Exterior	: <b>SIN ACTIVIDAD</b>
Número Fax	: -
Teléfono Fijo 1	: 44 - 290778
Teléfono Fijo 2	: -
Teléfono Móvil 1	: 44 - 917163730
Teléfono Móvil 2	: -
Correo Electrónico 1	: rivelabperu@hotmail.com
Correo Electrónico 2	: -

**Domicilio Fiscal**

Actividad Economica	: 7120 - ENSAYOS Y ANÁLISIS TÉCNICOS
Departamento	: LA LIBERTAD
Provincia	: TRUJILLO
Distrito	: TRUJILLO
Tipo y Nombre Zona	: URB. MONSERRATE IV ETAPA
Tipo y Nombre Vía	: CAL. ISABEL DE BOBADILLA
Nro	: 524
Km	: -
Mz	: -
Lote	: -
Dpto	: -
Interior	: -
Otras Referencias	: -
Condición del inmueble declarado como Domicilio Fiscal	: OTROS.

**Datos de la Empresa**

Fecha Inscripción RR.PP	: 30/01/2012
Número de Partida Registral	: 11184563
Tomo/Ficha	: -
Folio	: -
Asiento	: -
Origen del Capital	: NACIONAL
País de Origen del Capital	: -

**Registro de Tributos Afectos**

Tributo	Afecto desde	Marca de Exoneración	Exoneración Desde	Hasta
---------	--------------	----------------------	-------------------	-------

IGV - OPER. INT. - CTA. PROPIA	07/02/2012	-	-	-
RENTA 4TA. CATEG. RETENCIONES	01/10/2014	-	-	-
RENTA 5TA. CATEG. RETENCIONES	01/03/2014	-	-	-
RENTA - REGIMEN MYPE TRIBUTARIO	01/01/2017	-	-	-
ESSALUD SEG REGULAR TRABAJADOR	01/03/2014	-	-	-
SNP - LEY 19990	01/03/2014	-	-	-

**Representantes Legales**

Tipo y Número de Documento	Apellidos y Nombres	Cargo	Fecha de Nacimiento	Fecha Desde	Nro. Orden de Representación
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -42611004	RIVERO CORCUERA JOSE MARTIN <b>Dirección</b> ---- COVICIP Mz L' Lote 05	GERENTE GENERAL <b>Ubigeo</b> LA LIBERTAD TRUJILLO TRUJILLO	14/09/1984 <b>Teléfono</b> 13 - -	30/01/2012 <b>Correo</b> -	-

**Otras Personas Vinculadas**

Tipo y Nro.Doc.	Apellidos y Nombres	Vínculo	Fecha de Nacimiento	Fecha Desde	Origen	Porcentaje
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -17862878	CORCUERA VASQUEZ ELVIA EULALIA <b>Dirección</b>	SOCIO <b>Ubigeo</b> - - -	26/04/1957 <b>Teléfono</b> - - -	30/01/2012	-	50.000000000
DOC. NACIONAL DE IDENTIDAD -42611004	RIVERO CORCUERA JOSE MARTIN <b>Dirección</b>	SOCIO <b>Ubigeo</b> - - -	14/09/1984 <b>Teléfono</b> - - -	30/01/2012	-	50.000000000

**Importante**

La SUNAT se reserva el derecho de verificar el domicilio fiscal declarado por el contribuyente en cualquier momento.

Documento emitido a través de SOL - SUNAT Operaciones en Línea, que tiene validez para realizar trámites Administrativos, Judiciales y demás

DEPENDENCIA SUNAT  
Fecha:06/05/2022  
Hora:09:15

**Anexo 4.** *Certificado de Laboratorio A & C Exploración  
Geotécnica y Mecánica de Suelos.*

**“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

Chiclayo, 15 de diciembre del 2022

Quien suscribe:

**REPRESENTANTE LEGAL.**

ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL

Prolg. Av. Chiclayo MZ. “3” Lt. “59” – Saúl Cantoral – Chiclayo – Lambayeque.

**ASUNTO:** Realización de ensayos de Mecánica de Suelos en el laboratorio, A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**, para informar que los tesisistas: BONIFACIO VERGARA ABEL JESÚS con código universitario 2142813116, identificado con número de DNI: 76443188; BRAVO CABANILLAS JOSÉ MANUEL con código universitario 2131817759, identificado con número de DNI: 72314670, con nombre del proyecto de investigación **“ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS”**, ha realizado sus ensayos de laboratorio de Mecánica de Suelos, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC: 20437420433** bajo la supervisión del técnico encargado de laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarles los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.  
  
Cristian Miguel Arrunategui Brown  
INGENIERO SUPERVISOR  
RUC: 20437420433  
ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL  
REPRESENTANTE LEGAL

**“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”**

Chiclayo, 15 de diciembre del 2022

Quien suscribe:

**REPRESENTANTE LEGAL.**

ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL

Profg. Av. Chiclayo MZ. “3” Lt. “59” – Saúl Cantoral – Chiclayo – Lambayeque.

**ASUNTO:** Realización de ensayo de Permeabilidad en el laboratorio, A&C  
EXPLORACIÓN GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**, para informar que los tesisistas: BONIFACIO VERGARA ABEL JESÚS con código universitario 2142813116, identificado con número de DNI: 76443188; BRAVO CABANILLAS JOSÉ MANUEL con código universitario 2131817759, identificado con número de DNI: 72314670, con nombre del proyecto de investigación **“ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS”**, ha realizado su ensayo de permeabilidad en mi laboratorio de Mecánica de Suelos, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con **RUC: 20437420433** bajo la supervisión del técnico encargado de laboratorio.

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente.

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.  
*Cristhian Miguel Arrunategui Brown*  
INGENIERO PROFESIONAL

ARRUNATEGUI BROWN CRISTHIAN MIGUEL.  
**REPRESENTANTE LEGAL**

## Anexo 5. Propiedades Físico - Mecánicas del Suelo Patrón 1

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> <b>NTP 339.128</b> <b>1999 Rev. 01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187</p>
	Código : LAB - G - 002	Fecha : 29 - 04 - 2022	

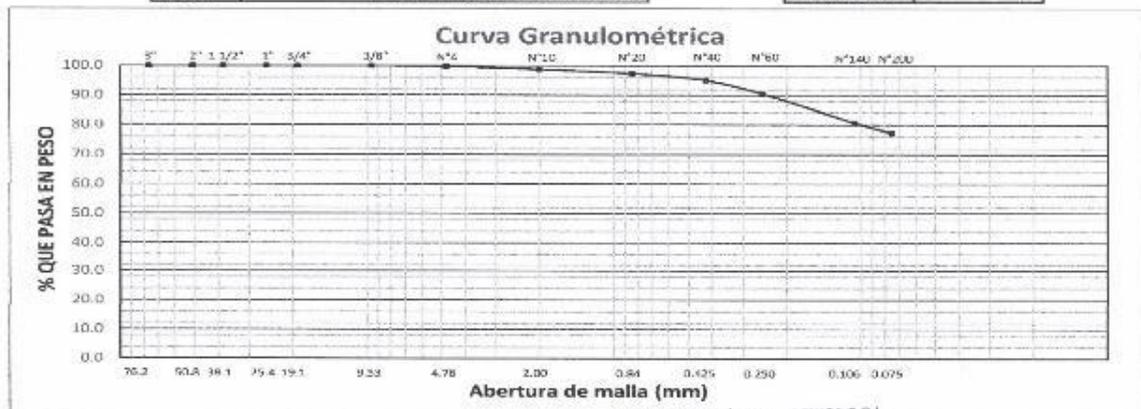
### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						DESCRIPCION DE LA MUESTRA
NTP 339 - 128 : 1999 (Rev. 2019)						
ABERTURA DE MALLA		MASA RETENIDA [g.]	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200	---	---	---	100.0	Muestra Inicial (g.) : 300.00
2"	50.800	---	---	---	100.0	Fracción fina (g.) : ---
1 1/2"	38.100	---	---	---	100.0	CARACTERÍSTICAS
1"	25.400	---	---	---	100.0	
3/4"	19.050	---	---	---	100.0	% Bolones (75 - 300 mm)
3/8"	9.525	---	---	---	100.0	% Gravas (4.75 - 75 mm)
N° 4	4.760	0.63	0.7	0.2	99.8	0.2
N° 10	2.000	3.12	1.0	1.3	98.8	22.5
N° 20	0.840	4.25	1.4	2.7	97.3	1.0
N° 40	0.425	6.89	2.3	5.0	95.0	3.7
N° 60	0.250	13.65	4.6	9.5	90.5	17.8
N° 140	0.106	29.45	9.8	19.3	80.7	77.3
N° 200	0.075	10.16	3.4	22.7	77.3	---
< N° 200	FONDO	231.85	77.3	100.0	0.0	---

Límite Líquido (%)	36.0
Límite Plástico (%)	19.0
Índice de Plasticidad (%)	17.0
SUCS(*)	Arcilla de baja plasticidad con arena

Muestra	C - 01 / M - 01
SUCS(*)	CL
AASHTO(*)	A - 6 (1.1)
Profundidad	0



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arrunategui Brown  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REGISTRO N° 424430

Página 4 de 157

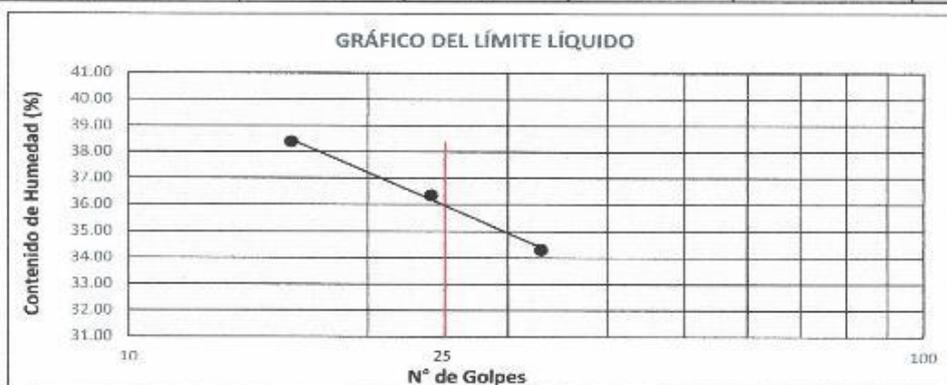
 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>LIMITES DE ATTERBERG</b> (NTP 339.129 :1999) (Rev.01)	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Pruebas Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : LAB - G - 001	Fecha : 29 - 04 - 2020	Versión : 01	Página 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

LIMITES DE ATTERBERG NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019)						
<b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b>	Método de preparación húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO			Manual	
	Tamizado por lavado en el tamiz N°40	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO			Manual	
	Preparación con agua destilada	PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40			5%	
DATOS DEL ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de Tara	1	2	10	5	19	
N° de Golpes	16	24	33	---	---	
Tara + Suelo húmedo (g.)	28.16	26.33	29.64	19.33	17.54	
Tara + Suelo seco (g.)	23.96	22.95	25.66	18.39	16.90	
Masa del Agua (g.)	4.20	3.38	3.98	0.94	0.64	
Masa de la Tara (g.)	13.02	13.65	14.06	13.35	13.44	
Masa del Suelo Seco (g.)	10.94	9.30	11.60	5.04	3.46	
Porcentaje de Humedad (%)	38.39	36.34	34.31	18.65	18.50	



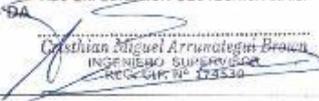
LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	36.0
Límite Plástico	19.0
Índice de Plasticidad	17.0

CALICATA	C - 01 / M - 01
Profundidad	m
Clasificación SUCS(*)	CL
Clasificación AASHTO(*)	A-6 (11)

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 3 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

  
Christian Miguel Arruategui Braun  
INGENIERO SUPERVISOR  
REG. PROF. N° 173530

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

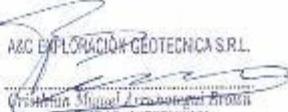
Fecha de ensayo : 1/11/2022

Muestra: Terreno Natural

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	64.2	64.4		
Temperatura ambiente (°C)	23.4	22.9		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.64	76.12		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	737.69	738.02		
Temperatura del agua (°C)	23.2	22.9		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99936		
Gravedad Específica (G20°C)	2.51	2.51		
Promedio	2.51			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
Cristian Miguel Zoroategui Pineda  
PROPIETARIO SUPERVISOR  
REG. CIP. N° 174070

Página 32 de 157

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : E - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

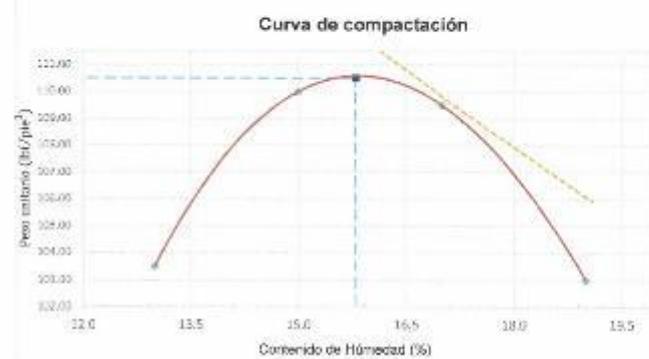
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 3/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C. 01	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	TERRENO NATURAL	Humedad (%)	---

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5570	5730	5734
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1784	1924	1866
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.880	2.027	2.053
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		32	19	28
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		746.32	648.33	764.65
Masa Suelo Seco + Tara (g)		670.05	574.15	668.10
Masa de Tara (g)		94.46	84.16	106.35
Masa del Agua (g)		76.26	74.18	96.55
Masa del Suelo Seco (g)		575.6	489.99	561.75
Contenido de Agua (%)		13.20	15.10	17.20
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.661	1.761	1.752
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		16.29	17.27	17.18
Peso Unitario Seco (lbf/pie <sup>3</sup> )		103.69	109.94	109.37



Peso unitario seco máximo	110.50 lbf/pie <sup>3</sup>
	17.36 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.770 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (g)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (g)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (g)	---	---

**Gravedad Específica (\*)** : 2.51

**Observaciones**

- Se realizó el Ensayo de Corrección de Peso Unitario a Contenido de Humedad (ASTM - D 1556 - 13)
- Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arzánguez Brachi  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 RES. CIP. 01-474520



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.A.S.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C - 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

Muestra : Terreno natural

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	7			2			6						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,445		11,525		12,239		12,347		11,447		11,661		
PESO DEL MOLDE (g)	6,752		6,752		7,600		7,600		6,972		6,972		
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4693		4773		4639		4747		4475		4689		
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,285		2,285		2,343		2,343		2,379		2,379		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05		2.09		1.98		2.03		1.88		1.97		
TARA N°	32		8		22		34		16		85		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	148.90		142.19		146.66		146.60		136.43		162.35		
PESO TARA + SUELO SECO (g)	141.37		132.90		138.00		136.85		129.94		149.89		
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.53		9.29		8.66		9.75		6.49		12.46		
PESO DE TARA (g)	94.40		79.33		85.34		84.16		89.66		90.35		
PESO DE SUELO SECO (g)	46.97		53.57		52.66		57.69		40.3		59.54		
HUMEDAD (%)	16.03%		17.34%		16.45%		18.50%		16.11%		20.93%		
DENSIDAD SECA	1.77		1.78		1.70		1.71		1.62		1.63		
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
5-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
6-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	10.130	10.130	8.71	10.350	10.350	8.90	11.090	11.090	9.54		
7-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	12.260	12.260	10.54	12.320	12.320	10.59	13.240	13.240	11.38		
8-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	14.530	14.530	12.49	14.680	14.680	12.62	14.840	14.840	12.76		
9-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	16.090	16.090	13.83	16.200	16.200	13.93	16.650	16.650	14.32		
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 7				MOLDE N° 2				MOLDE N° 6			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		19.10	42	34.00		16.40	36.1	12.00		9.50	20.9	7.00	
0.040		40.90	90.0	30.00		34.10	75	25.00		20.50	45.1	15.00	
0.060		60.00	132.0	44.00		49.10	108	36.00		28.60	62.9	21.00	
0.080		79.10	174.0	58.00		64.10	141	47.00		38.20	84	28.00	
0.100	1000	98.20	216.0	72.00	7.20	80.50	177.1	59.00	5.90	47.70	104.9	35.00	3.50
0.200	1500	159.50	350.9	117.00		130.90	288	96.00		77.70	170.9	57.00	
0.300		203.20	447	149.00		166.40	366.1	122.00		98.20	216	72.00	
0.400		226.40	498.1	166.00		185.50	408.1	136.00		114.50	251.9	84.00	
0.500		245.50	540.1	180.00		201.80	448.0	148.00		120.00	264	88.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 14 de 157

*Cristóbal Higuera*  
 Ingeniero Supervisor  
 REG. CIP. N° 174530



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014      Fecha : 30-07-2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

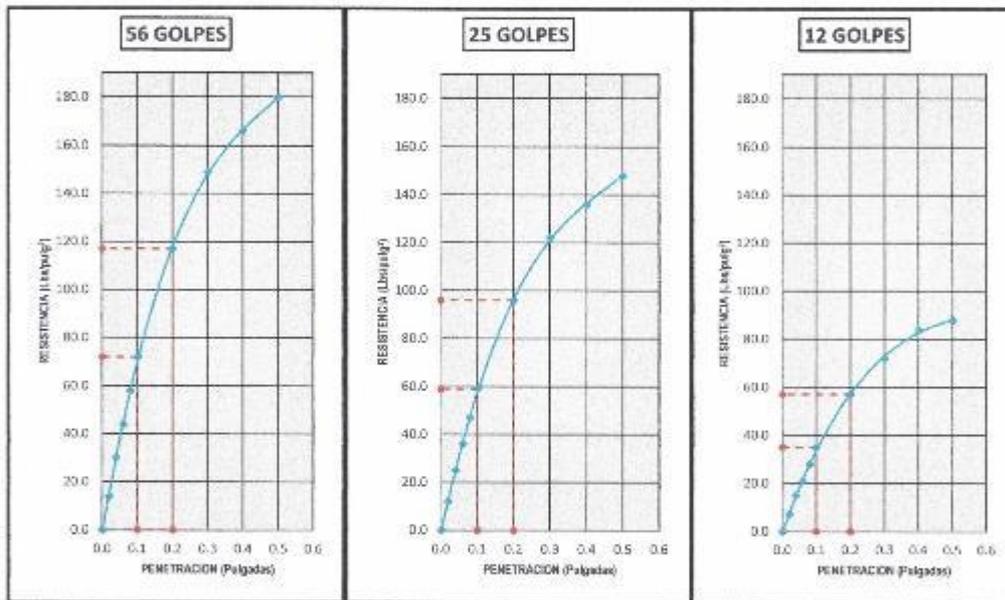
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUE-2022  
Fecha de Ensayo : 5/11/2022

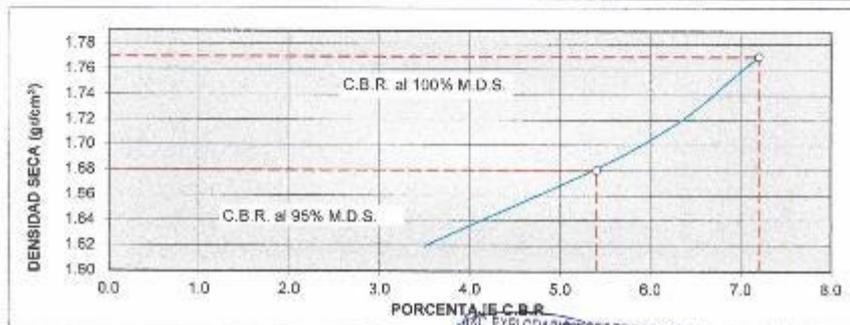
Calicata: C 01  
Muestra: Terreno natural

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	7.20
Humedad Óptima (%)	16.03%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	5.40



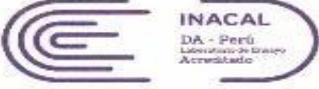
Carga (1<sup>o</sup>): 720lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 1170lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 590lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 900lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 350lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 570lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Cristóbal Miguel A. Cruzaléiz Díaz  
Ingeniero en Geotecnia  
R.C. CH-17-1523

## Anexo 6. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC%

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTICULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63,4	63,8		
Temperatura ambiente (°C)	22,8	23,1		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76,02	75,84		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692,19	692,19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739,35	739,26		
Temperatura del agua (°C)	23,6	23,1		
Factor por corrección a 20°C (K)	0,99919	0,99931		
Gravedad Específica (G20°C)	2,63	2,63		
Promedio	2,63			

Observaciones :

---



---



---

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Manuel Arroyave Brown  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. C.O. Nº 111530

Página 33 de 157

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Tarapacá Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 18 - 107
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

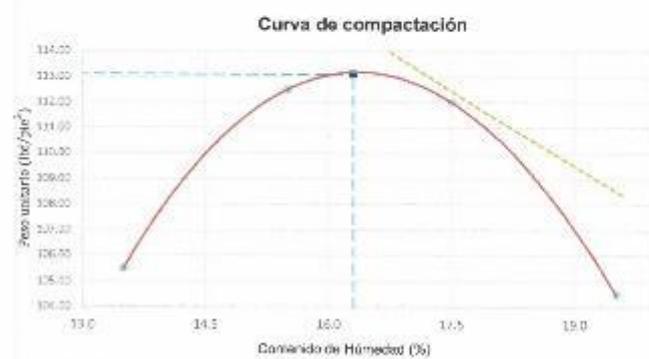
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 1/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C - 01	Clasif. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	Natural + 5% Bagazo	Humedad (**)	---

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5603	5761	5792	5683
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1817	1975	2006	1899
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.915	2.081	2.114	2.001
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		1	31	74	44
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	846.35	745.32	832.16	625.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	757.89	657.69	718.94	537.10
Masa de Tara	(g)	103.35	94.33	74.46	88.35
Masa del Agua	(g)	88.46	87.63	113.22	88.06
Masa del Suelo Seco	(g)	654.54	563.36	644.48	488.75
Contenido de Agua	(%)	13.50	15.60	17.60	19.60
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.687	1.800	1.798	1.673
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.55	17.65	17.63	16.41
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	103.32	112.37	112.25	104.44



Peso unitario seco máximo	113.00 lb/ft <sup>3</sup>
	17.75 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.810 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	6.63	0%
Mass Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Mass Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Mass Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(**)</sup>	2.63
-------------------------------------	------

**Observaciones**

<sup>(\*)</sup> Nota: el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D-4718 - 03).

<sup>(\*\*)</sup> Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arramonte, Director  
 Ingeiero Superior  
 REG. CIP. N° 174680



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	6		4		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,992	12,075	12,253	12,363	11,694	11,924
PESO DEL MOLDE (g)	6,972	6,972	7,568	7,568	6,864	6,864
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5020	5103	4685	4795	4830	5060
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,379	2,379	2,302	2,302	2,495	2,495
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.11	2.15	2.04	2.08	1.94	2.03
TARA N°	1	70	45	88	89	35
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	140.38	133.77	131.21	141.33	131.90	151.61
PESO TARA + SUELO SECO (g)	132.43	124.21	122.28	131.31	124.61	138.85
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.77	9.56	8.93	10.02	6.69	12.76
PESO DE TARA (g)	85.46	70.66	60.64	78.64	84.35	79.33
PESO DE SUELO SECO (g)	46.95	53.55	52.64	52.67	40.3	59.52
HUMEDAD (%)	16.55%	17.85%	16.96%	19.02%	16.62%	21.44%
DENSIDAD SECA	1.81	1.82	1.74	1.75	1.66	1.67

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
5-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
6-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	10.130	10.130	8.71	10.290	10.290	8.85	10.480	10.480	9.01
7-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	11.290	11.290	9.71	11.450	11.450	9.85	11.700	11.700	10.06
8-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	13.260	13.260	11.40	13.500	13.500	11.61	14.270	14.270	12.27
9-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	14.260	14.260	12.26	14.640	14.640	12.59	15.050	15.050	12.94

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 6				MOLDE N° 4				MOLDE N° 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		34.10	75	25.00		27.30	60.1	20.00		16.40	36.1	22.00	
0.040		70.90	156.0	52.00		58.60	128.9	43.00		34.10	75	25.00	
0.060		103.60	227.9	76.00		84.50	185.9	62.00		50.50	111.1	37.00	
0.080		136.40	300.1	100.00		111.80	246	82.00		66.80	147	46.00	
0.100	1000	170.50	375.1	125.00	12.50	139.10	306	102.00	10.20	83.20	183	61.00	6.10
0.200	1500	278.20	612.0	204.00		236.40	498.1	166.00		135.00	297	99.00	
0.300		353.20	777	259.00		287.70	632.9	211.00		171.80	378	126.00	
0.400		392.70	863.9	288.00		320.50	705.1	235.00		199.10	438	146.00	
0.500		426.80	939.0	313.00		347.10	764.8	255.00		208.60	458.9	153.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 16 de 137

*Civiliz Miguel Arruñategui Díez*  
INGENIERO SUPERIOR  
REG. 421-90-12650



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

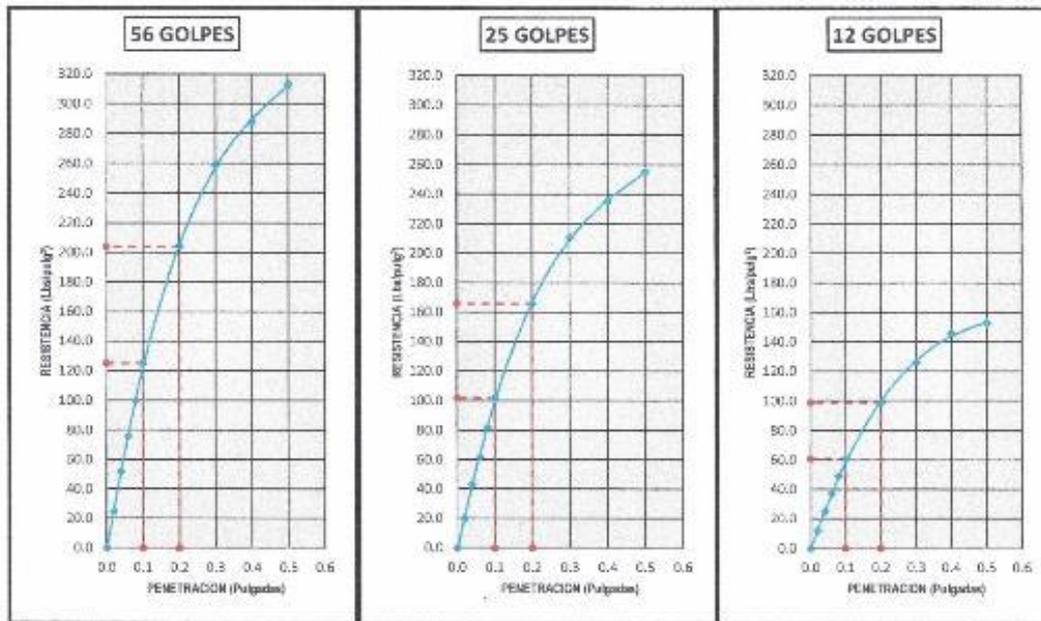
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

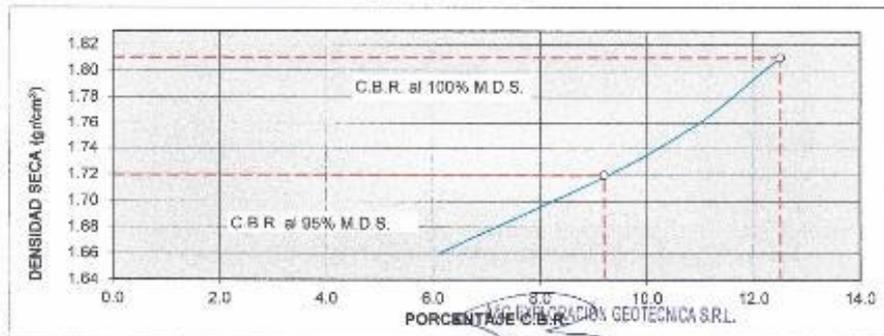
Muestra: Natural + 5% Regazo

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.81	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	12.50
Humedad Óptima (%)	16.33%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.20



Carga (1'): 125lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2'): 204lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (3'): 307lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (7'): 169lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (17'): 60lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (12'): 98lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristián Miguel Arredondo Bruna*  
INGENIERO EN SISTEMAS DE  
REG. CIR. N° 174530

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de ensayo : 1/11/2022 Muestra: Natural + 10% Bagazo

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

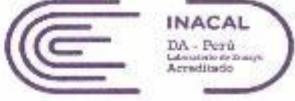
Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.6	62.9		
Temperatura ambiente (°C)	23.4	23.5		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.98	76.16		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.18	738.24		
Temperatura del agua (°C)	23.4	23.6		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99924	0.99919		
Gravedad Específica (G <sub>20°C</sub> )	2.53	2.53		
Promedio	2.53			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 34 de 157

*Cristina del Amor Rodríguez*  
 INGENIERA GEOTÉCNICA  
 REG. CIR. N° 174510

 A&C Exploración Geotécnica y Mezclas de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LC - 147
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

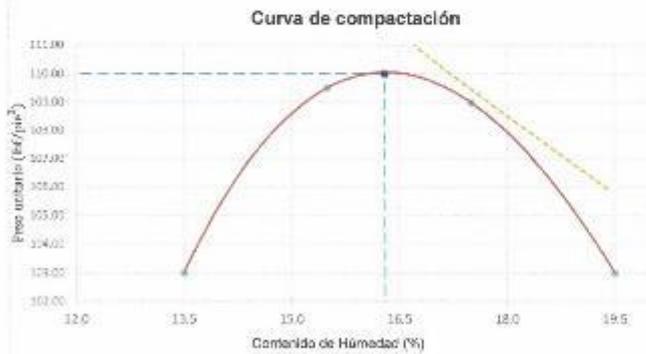
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 1/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Píñon	Manual	Calicata	C - 01	Clasific. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 10% Bagazo	Humedad (%)	---

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	2565	5703	5734	5652
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1779	1917	1948	1866
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.875	2.020	2.053	1.966
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		74	13	22	16
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	746.32	659.55	694.16	699.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	667.94	582.01	602.11	600.05
Masa de Tara	(g)	86.46	75.16	68.64	90.16
Masa del Agua	(g)	78.38	77.55	92.05	99.11
Masa del Suelo Seco	(g)	581.48	506.85	533.47	509.89
Contenido de Agua	(%)	13.50	15.30	17.30	19.40
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.652	1.752	1.750	1.647
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.20	17.18	17.16	16.15
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	103.13	109.37	109.25	102.82



Peso unitario seco máximo	110.00 lb/ft <sup>3</sup>
	17.28 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.762 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (*)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.53
--------------------------------------	------

Página 7 de 157

**Observaciones** : <sup>®</sup> Revisar el Ensayo de Control de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NTM 24728-19).  
<sup>®</sup> Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 (\*) Los valores en los cuadros en blanco solo son referidos por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina Espinoza Arroyave  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. INACAL 1264-01



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.C.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	1		4		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,156	12,236	12,098	12,207	11,023	11,228
PESO DEL MOLDE (g)	7,451	7,451	7,568	7,568	6,752	6,752
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,705	4,785	4,530	4,639	4,271	4,476
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,304	2,304	2,302	2,302	2,285	2,285
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.08	1.97	2.02	1.87	1.96
TARA N°	54	103	26	35	98	41
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	128.62	132.48	143.74	154.75	140.89	159.41
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.10	123.20	135.09	145.01	134.41	146.97
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.52	9.28	8.65	9.74	6.48	12.44
PESO DE TARA (g)	74.16	69.66	82.46	82.25	94.26	87.46
PESO DE SUELO SECO (g)	46.94	53.54	52.63	52.66	40.3	59.51
HUMEDAD (%)	16.02%	17.33%	16.44%	18.50%	16.10%	20.90%
DENSIDAD SECA	1.76	1.77	1.69	1.7	1.61	1.62

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
5-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
6-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	0.200	9.200	7.91	8.400	8.400	7.22	10.730	10.730	9.23
7-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	10.260	10.260	8.82	10.940	10.940	9.41	12.470	12.470	10.72
8-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	11.380	11.380	9.79	12.700	12.700	10.92	14.080	14.080	12.11
9-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	13.270	13.270	11.41	14.140	14.140	12.16	15.140	15.140	13.02

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1				MOLDE N° 4				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		35.50	78.1	26.00		28.60	62.9	21.00		17.70	38.9	13.00	
0.040		75.00	165.0	55.00		61.40	135.1	45.00		36.80	81	27.00	
0.060		109.13	240.0	80.00		88.60	194.9	65.00		53.20	117	39.00	
0.080		144.50	317.9	106.00		117.30	258.1	85.00		69.50	152.9	51.00	
0.100	1000	180.00	396.0	132.00	13.20	145.90	321	107.00	10.70	87.30	192.1	64.00	6.40
0.200	1500	293.20	645.0	215.00		237.30	522.1	174.00		141.80	312	104.00	
0.300		372.30	819.1	273.00		301.40	663.1	221.00		180.00	396	132.00	
0.400		414.50	911.9	304.00		335.50	738.1	259.00		210.00	462	154.00	
0.500		450.00	990.0	330.00		365.50	804.1	268.00		218.20	480	150.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina Maura Ferrnaldy Brown  
INGENIERO SUPERVISOR  
REG. CUBA 24540

Página 18 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014    Fecha : 30-07-2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

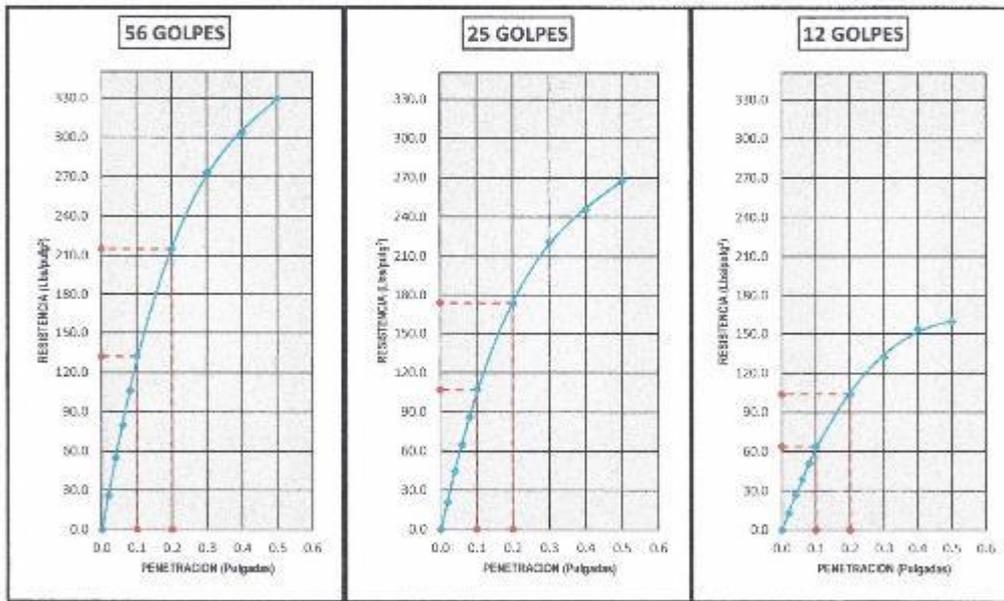
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/11/2022

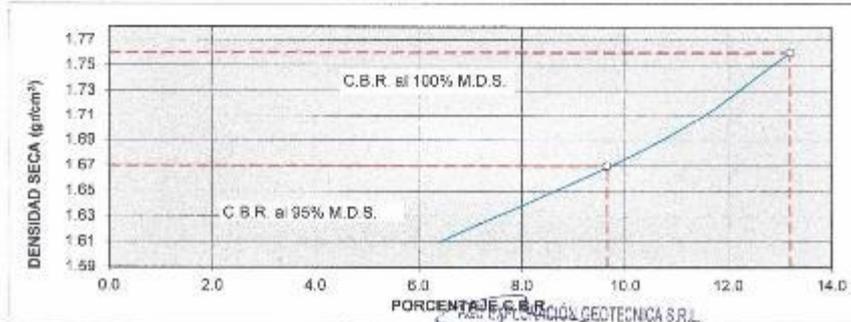
Muestra: Natural + 10% Oligazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	13.20
Humedad Óptima (%)	16.02%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.65



Carga (1°): 132lbs/pulg²    Carga (2°): 225lbs/pulg²    Carga (1°): 107lbs/pulg²    Carga (2°): 174lbs/pulg²    Carga (1°): 69lbs/pulg²    Carga (2°): 104lbs/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristian Reyes*  
Ingeniero Geotécnico  
A&C Exploración Geotécnica S.R.L.

Página 19 de 157

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA          DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO          RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS          SÓLIDAS DE UN SUELO          NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 15 - 187	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	64.2	63.7		
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.6		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.84	75.48		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.43	737.62		
Temperatura del agua (°C)	23.1	23.5		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99931	0.99921		
Gravedad Específica (G20°C)	2.51	2.51		
Promedio	2.51			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristóbal Aguilar Arce  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIR. N° 174530

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N°12-187</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

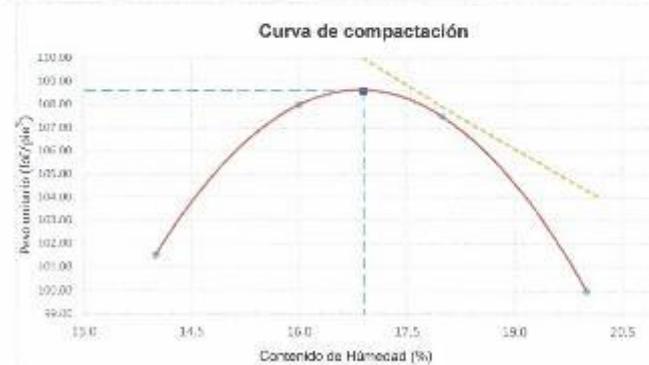
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUF - 2022  
 Fecha de Ensayo : 3/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN·m/m<sup>2</sup>)  
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C. 01	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A.			Material	Natural + 15% Bagazo	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	2531	5694	5713	5613
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1765	1908	1927	1827
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.860	2.011	2.031	1.925
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		3	20	6	15
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	548.65	626.35	715.31	691.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	491.98	554.03	619.00	590.79
Masa de Tara	(g)	94.16	106.33	85.15	79.51
Masa del Agua	(g)	56.67	72.32	96.31	109.37
Masa del Suelo Seco	(g)	397.82	447.7	533.84	511.28
Contenido de Agua	(%)	14.20	16.20	18.00	20.20
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.620	1.731	1.721	1.601
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.98	16.99	16.99	15.70
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	101.70	108.06	107.44	99.95



Peso unitario seco máximo	108.50 lb/ft <sup>3</sup>
	17.04 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.738 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado W <sub>p</sub> (*)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada W <sub>p</sub> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.00 %
O. C. H. modificado W <sub>p</sub> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica G <sub>s</sub> (*)	2.51
--	------

Página 8 de 157

**Observaciones**

\*) Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM D 4753 - 13l.  
 \*) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 \*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UG.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Rodríguez Arredondo  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. INACAL 22520



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C 045 - SUE 2022  
Fecha de Ensayo : 7/11/2022

Calicata: C - 01  
Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE Nº	3		6		1	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,489	12,573	11,637	11,747	11,739	11,944
PESO DEL MOLDE (g)	7,464	7,464	6,972	6,972	7,451	7,451
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5,025	5,109	4,665	4,775	4,288	4,493
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,468	2,468	2,379	2,379	2,304	2,304
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.07	1.96	2.01	1.86	1.95
TARA Nº	23	15	41	17	48	65
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	139.58	142.67	159.96	155.26	121.28	157.86
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.60	132.87	150.79	145.01	114.41	144.83
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.98	9.8	9.17	10.25	6.87	13.03
PESO DE TAMA (g)	84.66	79.33	98.16	82.35	74.16	85.32
PESO DE SUELO SECO (g)	46.94	53.54	52.63	52.66	40.3	50.51
HUMEDAD (%)	17.00%	18.30%	17.42%	19.46%	17.07%	21.90%
DENSIDAD SECA	1.74	1.75	1.67	1.68	1.59	1.60

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
7-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
8-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	7.620	7.620	6.55	8.100	8.100	6.96	9.150	9.150	7.87
9-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	8.360	8.360	7.19	9.200	9.200	7.91	10.460	10.460	8.99
10-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	9.460	9.460	8.13	10.600	10.600	9.11	11.170	11.170	9.60
11-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	11.240	11.240	9.66	11.650	11.650	10.02	12.140	12.140	10.44

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		42.30	93.1	31.00		34.20	75	25.00		20.50	45.1	15.00	
0.040		87.30	192.1	64.00		70.90	156	52.00		42.30	93.1	31.00	
0.060		128.20	282.0	94.00		103.60	227.9	76.00		62.70	137.9	46.00	
0.080		167.70	368.9	123.00		136.40	300.1	100.00		81.80	180	60.00	
0.100	1000	210.00	462.0	154.00	15.40	170.50	375.1	125.00	12.50	102.30	225.1	75.00	7.50
0.200	1500	342.30	753.1	251.00		278.20	612	204.00		166.40	366.1	122.00	
0.300		435.00	957	319.00		353.20	777	259.00		211.40	463.1	155.00	
0.400		482.70	1061.9	354.00		392.20	863.0	288.00		245.50	540.1	180.00	
0.500		525.00	1155.0	385.00		426.80	949	313.00		256.40	564.1	188.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UA



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

## CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

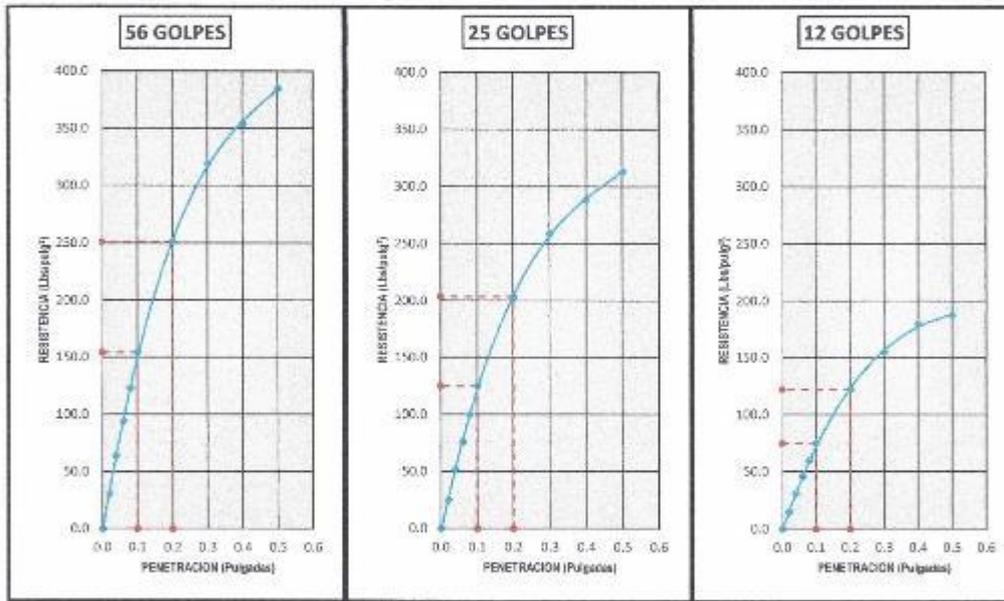
Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 7/11/2022

Calicata: C - 01

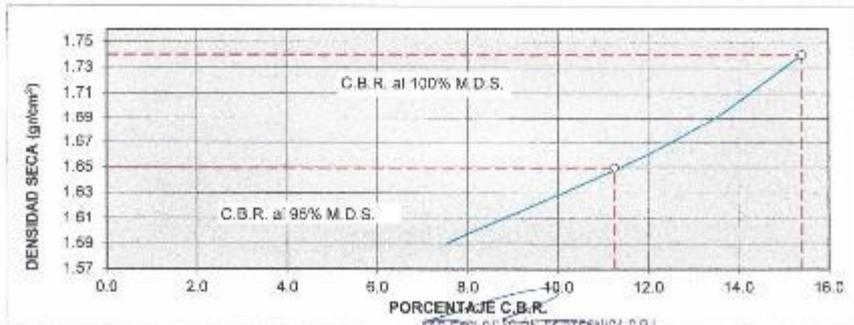
Muestra: Natural + 15% Bagazo

### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	15.40
Humedad Óptima (%)	17.00%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	11.25



Carga (1<sup>ª</sup>): 154 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (2<sup>ª</sup>): 251 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (1<sup>ª</sup>): 225 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (2<sup>ª</sup>): 304 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (1<sup>ª</sup>): 75 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (2<sup>ª</sup>): 122 lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 21 de 157

ASOCIACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Calle 100 No. 100-100, Bogotá, Colombia  
Tel: +57 (1) 478 1000  
REG. COP N° 174530

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Pruebas Acreditado Registro N° LB - 197	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	64.1	64.2		
Temperatura ambiente (°C)	23.1	23.5		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.99	76.64		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.84	739.28		
Temperatura del agua (°C)	23.5	23.2		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99921	0.99929		
Gravedad Específica (G <sub>20°C</sub> )	2.59	2.59		
Promedio	2.59			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 36 de 157

Cristóbal Manuel Espinoza Acosta  
INGENIERO SUPERIOR  
RUC: CUP N° 174530

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 9/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pisón	Manual	Calicata	C - 01	Clasif. SUCS (*)
Método empleado	A			Material	Natural + 20% Bagazo	Humedad (*)

**ENSAYO DE COMPACTACION**

Número de molde		2		2		2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5543		5691		5723
Masa del Molde (g)		3786		3786		3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949		949		949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1757		1905		1937
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.851		2.007		2.041

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

N° Tara		44		9		54		7
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		646.32		594.16		646.35		679.51
Masa Suelo Seco + Tara (g)		573.75		529.41		557.09		576.76
Masa de Tara (g)		102.31		89.33		94.26		97.35
Masa del Agua (g)		72.57		74.75		89.32		102.75
Masa del Suelo Seco (g)		471.46		430.08		462.87		479.41
Contenido de Agua (%)		15.40		17.40		19.30		21.40
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.604		1.730		1.733		1.601
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.73		16.77		16.78		15.70
Peso Unitario Seco (lbf/pie <sup>3</sup> )		100.13		106.75		106.81		99.95



Peso unitario seco máximo	107.50 lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	16.89 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.722 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	18.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.59
------------------------------------	------

Página 9 de 157

**Observaciones** : <sup>(\*)</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM D 4753 - 05.  
<sup>(\*)</sup> Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través de métodos usuales.  
<sup>(\*)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina: *[Firma]*  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. INACAL N° 17550

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 7/11/2022

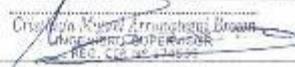
Calicata: C - 01  
 Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.						
NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	9		7		8	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,929	12,014	11,217	11,322	13,610	13,893
PESO DEL MOLDE (g)	6,864	6,864	6,752	6,752	7,646	7,646
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5065	5150	4465	4570	5964	6247
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,495	2,495	2,285	2,285	3,217	3,217
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.06	1.95	2.00	1.85	1.94
TARA N°	1	50	13	26	98	74
PESO TARA - SUELO HUMEDO (g)	134.96	146.06	141.68	153.11	127.85	167.32
PESO TARA + SUELO SECO (g)	126.50	135.71	131.97	142.32	120.57	153.68
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.46	10.35	9.71	10.79	7.28	13.64
PESO DE TARA (g)	79.55	82.16	79.33	89.55	80.31	94.16
PESO DE SUELO SECO (g)	46.95	53.55	52.64	52.67	40.3	59.52
HUMEDAD (%)	18.02%	19.33%	18.45%	20.49%	18.08%	22.92%
DENSIDAD SECA	1.72	1.73	1.65	1.66	1.57	1.58

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
7-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
8-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	5.960	5.960	5.12	6.350	6.350	5.46	6.050	6.050	5.20
9-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.350	7.350	6.32	7.030	7.030	6.04	7.100	7.100	6.10
10-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	8.360	8.360	7.19	7.960	7.960	6.84	8.040	8.040	6.91
11-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	9.260	9.260	7.96	9.480	9.480	8.15	9.810	9.810	8.44

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 9				MOLDE N° 7				MOLDE N° 8			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		%	Lectura	lbs		lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura
0.020		49.10	108	36.00		39.50	86.9	29.00		23.20	51	17.00	
0.040		102.30	225.1	75.00		83.20	183	61.00		49.10	108	36.00	
0.060		148.60	326.9	109.00		121.40	267.1	89.00		72.30	159.1	53.00	
0.080		195.00	429.0	143.00		159.50	350.9	117.00		95.50	210.1	70.00	
0.100	1000	244.10	537.0	179.00	17.90	199.10	438	145.00	14.60	118.60	260.9	87.00	8.70
0.200	1500	398.20	876.0	292.00		324.50	713.9	238.00		193.60	425.9	142.00	
0.300		505.90	1113	371.00		411.80	906	302.00		245.50	540.1	180.00	
0.400		561.80	1236	412.00		458.20	1005	336.00		285.00	627	209.00	
0.500		610.90	1344.0	448.00		497.70	1094.9	365.00		297.30	654.1	218.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

  
 Cristian Kuper Arruñategui Brogan  
 Inge. Mecánica de Suelos  
 REG. C.O. de 14628



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE 2022

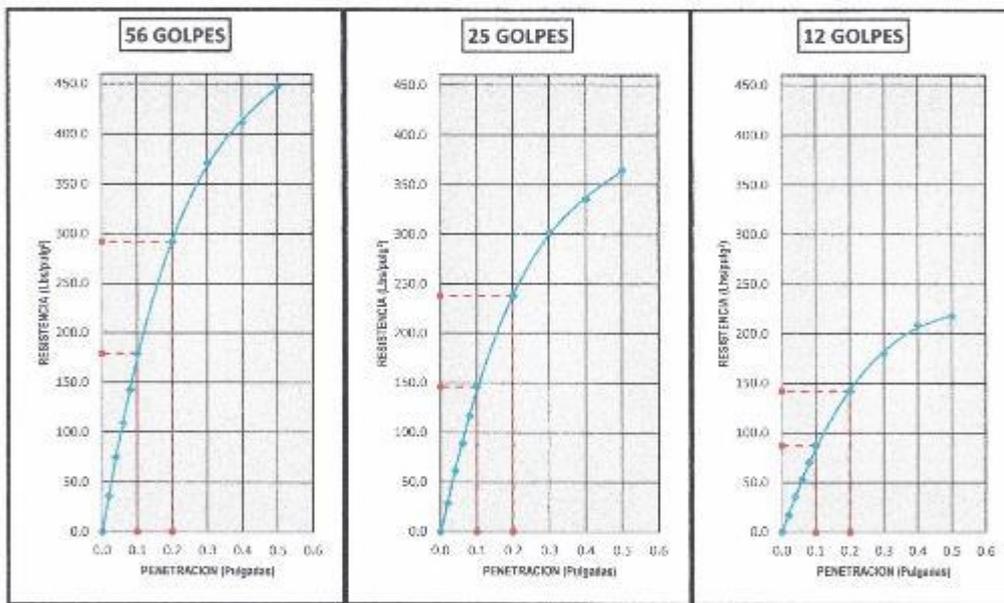
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/11/2022

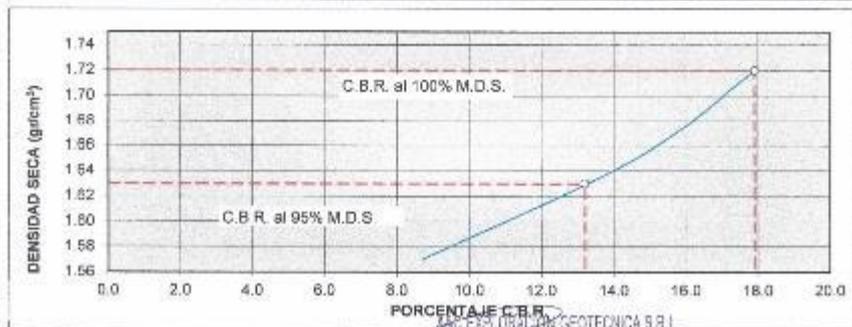
Muestra: Natural + 20% Bagazo

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	17.90
Humedad Óptima (%)	18.02%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	13.20



Carga (1<sup>o</sup>): 138lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 252lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 440lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 628lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (5<sup>o</sup>): 870lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (6<sup>o</sup>): 1122lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristina Pineda Arriaga*  
Ingeniera Geotécnica  
RUC - CIE - N° 17.448.000

**Anexo 7. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 1 + CBC% + YUTE%**

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LB - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de ensayo : 3/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	64.6	63.5		
Temperatura ambiente (°C)	23.4	23.7		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.85	76.23		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.98	739.22		
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.1		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99931		
Gravedad Específica (G20°C)	2.61	2.61		
Promedio	2.61			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
**Cristian Antonio Arzuaga**  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 RGS - CIR N° 124530





ABC Federación Geotécnica y Mecánica de Suelos S.C.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 7/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	6			1			7						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA			
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,961	12,044	12,112	12,220	11,146	11,356							
PESO DEL MOLDE (g)	6,972	6,972	7,451	7,451	6,752	6,752							
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,989	5,072	4,661	4,769	4,394	4,604							
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,379	2,379	2,304	2,304	2,285	2,285							
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.10	2.13	2.07	2.07	1.92	2.01							
TARA N°	22	41	16	35	106	89							
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	139.38	160.57	147.83	141.33	116.61	150.44							
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.63	151.03	138.92	131.33	109.94	137.70							
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.75	9.54	8.91	10	6.67	12.74							
PESO DE TARA (g)	84.66	97.46	86.26	78.64	69.66	78.16							
PESO DE SUELO SECO (g)	46.97	53.57	52.66	52.69	40.3	59.54							
HUMEDAD (%)	16.50%	17.81%	16.92%	18.98%	16.56%	21.40%							
DENSIDAD SECA	1.80	1.81	1.73	1.74	1.65	1.66							
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
7-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000				
8-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	6.900	6.900	5.93	7.080	7.080	6.04	7.100	7.100	6.10		
9-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	7.930	7.930	6.82	7.450	7.450	6.41	8.260	8.260	7.10		
10-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	8.350	8.350	7.18	8.120	8.120	6.98	9.060	9.060	7.70		
11-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	9.510	9.510	8.18	9.810	9.810	8.44	10.050	10.050	8.94		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 6				MOLDE N° 1				MOLDE N° 7			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		32.70	71.9	24.00		27.30	60.1	20.00		16.40	36.1	12.00	
0.040		68.20	150.0	50.00		55.90	123	41.00		34.10	75	25.00	
0.060		99.50	218.9	73.00		81.80	180	60.00		49.10	108	36.00	
0.080		130.90	288.0	96.00		106.40	234.1	78.00		64.10	141	47.00	
0.100	1000	163.60	359.9	120.00	12.00	133.60	293.9	98.00	9.80	80.50	177.1	59.00	5.90
0.200	1500	267.30	588.1	196.00		218.20	480	160.00		130.90	288	96.00	
0.300		338.20	744	248.00		276.80	609	203.00		166.40	366.1	122.00	
0.400		376.40	828.1	276.00		306.80	675	203.00		193.60	425.9	142.00	
0.500		409.10	900.0	300.00		334.10	735	245.00		201.80	444	148.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Edith Alicia Cruz Jimenez Becerra*  
INGENIERO SUPERVISOR  
INACAL - DA



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

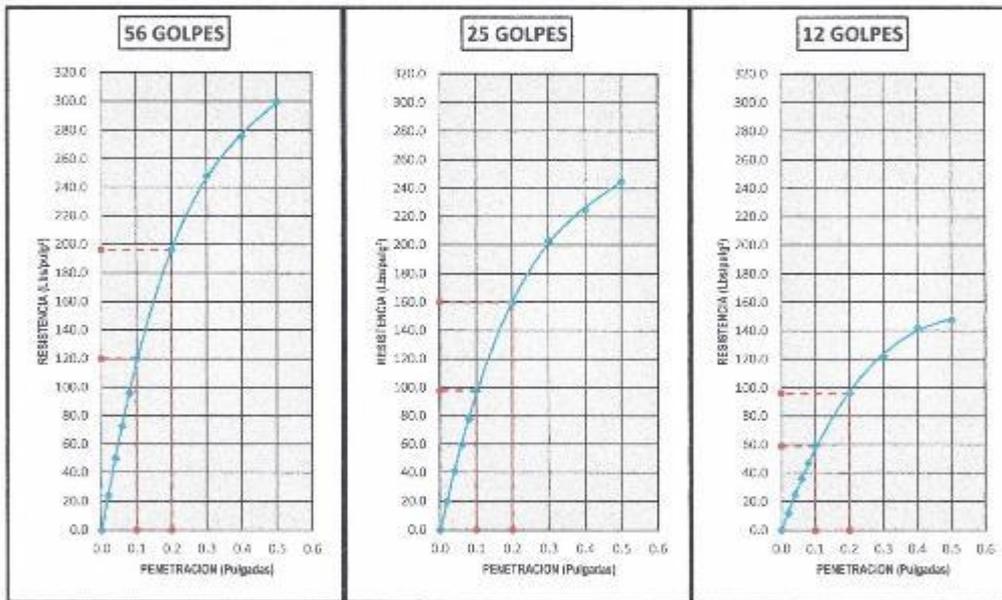
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/11/2022

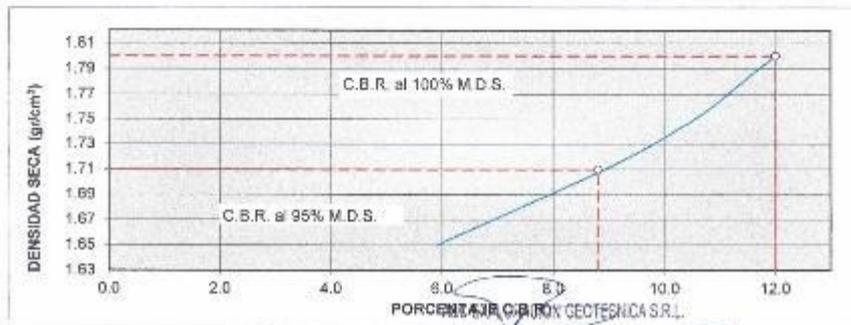
Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.80	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	12.00
Humedad Óptima (%)	16.50%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	8.80



Carga (1°): 120 lbs/pulg²    Carga (2°): 196 lbs/pulg²    Carga (3°): 58 lbs/pulg²    Carga (4°): 160 lbs/pulg²    Carga (5°): 58 lbs/pulg²    Carga (6°): 38 lbs/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristóbal Miguel Arraño*  
INGENIERO GEOTÉCNICO  
REG. CIP. N° 174539

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE-167	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 4/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.9	64.1		
Temperatura ambiente (°C)	23.8	23.5		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.51	75.68		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.85	738.36		
Temperatura del agua (°C)	23.5	23.2		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99921	0.99929		
Gravedad Específica (G20°C)	2.56	2.56		
Promedio	2.56			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
 Cristhina M. José Arroyave-Brown  
 INGENIERA SUPERVISOR  
 REG. CIP. N.º 474330

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º 187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

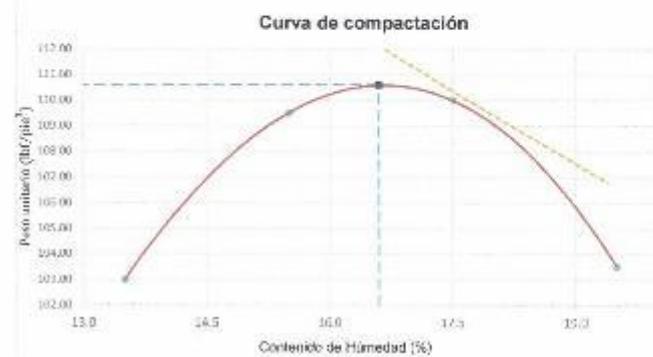
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 4/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C. 01	Clasif. SUCS (*)	-
Método empleado	A			Material	Natural + 10% Bagazo + 1% Yute	Humedad (*)	-

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5556	5706	5746	5665
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1770	1920	1960	1879
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.865	2.023	2.065	1.980
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		41	16	23	25
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	746.32	846.31	794.61	725.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	570.98	746.03	690.64	623.98
Masa de Tara	(g)	106.35	89.66	90.54	101.84
Masa del Agua	(g)	75.34	100.78	103.97	101.18
Masa del Suelo Seco	(g)	584.63	656.37	600.1	522.14
Contenido de Agua	(%)	13.30	15.30	17.30	19.40
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.646	1.755	1.760	1.658
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.14	17.21	17.26	16.26
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	102.75	109.56	109.87	103.51



Peso unitario seco máximo	119.50 lb/ft <sup>3</sup>
	17.36 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.770 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>②</sup> (%)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>②</sup> (%)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>②</sup> (%)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 5/8" ≤ 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>①</sup> (%)	2.56
--------------------------------------	------

Página 11 de 157

**Observaciones** : <sup>①</sup> Revisar el Ensayo en Conversión de Peso Unitario y Contenido de humedad (NTPM - 0 - 713 - 10).  
<sup>②</sup> Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

  
**A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.**  
 Cristian Miguel Arriaga Bricón  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CO. Nº 17923



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S. de RL.

## CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 8/11/2022

Calicata: C - 01  
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	4		7		6	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		32	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,294	12,375	11,274	11,381	11,445	11,661
PESO DEL MOLDE (g)	7,568	7,568	6,752	6,752	6,972	6,972
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,726	4,807	4,522	4,629	4,473	4,689
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,285	2,285	2,379	2,379
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.09	1.98	2.03	1.88	1.97
TARA N°	15	8	46	35	50	87
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	135.65	142.17	146.77	119.08	121.10	152.17
PESO TARA + SUELO SECO (g)	128.13	132.90	138.12	109.35	114.63	139.73
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.52	9.27	8.65	9.73	6.47	12.44
PESO DE TARA (g)	81.16	79.33	85.46	56.66	74.35	80.19
PESO DE SUELO SECO (g)	46.97	53.57	52.66	52.69	40.3	59.54
HUMEDAD (%)	16.01%	17.30%	16.43%	18.47%	16.06%	20.89%
DENSIDAD SECA	1.77	1.78	1.70	1.71	1.62	1.63

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		
9-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	5.430	5.430	4.67	5.900	5.900	5.07	6.000	6.000	5.16
10-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	6.100	6.100	5.25	6.300	6.300	5.42	6.300	6.500	5.59
11-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	7.250	7.250	6.23	7.350	7.350	6.32	7.430	7.430	6.39
12-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	7.860	7.860	6.76	7.900	7.900	6.79	8.090	8.090	6.96

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 4				MOLDE N° 7				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		36.80	81	27.00		30.00	66	22.00		17.70	38.9	13.00	
0.040		77.70	170.9	57.00		62.70	137.9	46.00		38.20	84	28.00	
0.060		113.20	249.0	83.00		92.70	203.9	68.00		54.50	119.9	40.00	
0.080		148.60	326.9	109.00		121.40	267.1	89.00		72.30	159.1	53.00	
0.100	1000	185.30	408.1	136.00	13.60	151.40	333.1	111.00	11.10	90.00	198	66.00	6.60
0.200	1500	302.70	665.9	222.00		246.80	543	181.00		147.30	324.1	108.00	
0.300		384.50	845.9	282.00		313.60	689.9	230.00		186.80	411	137.00	
0.400		426.80	939	313.00		347.70	769.9	250.00		215.50	474.1	158.00	
0.500		463.60	1019.9	340.00		379.10	834	278.00		225.00	495	165.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Arzate  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. INACAL 144520



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2021

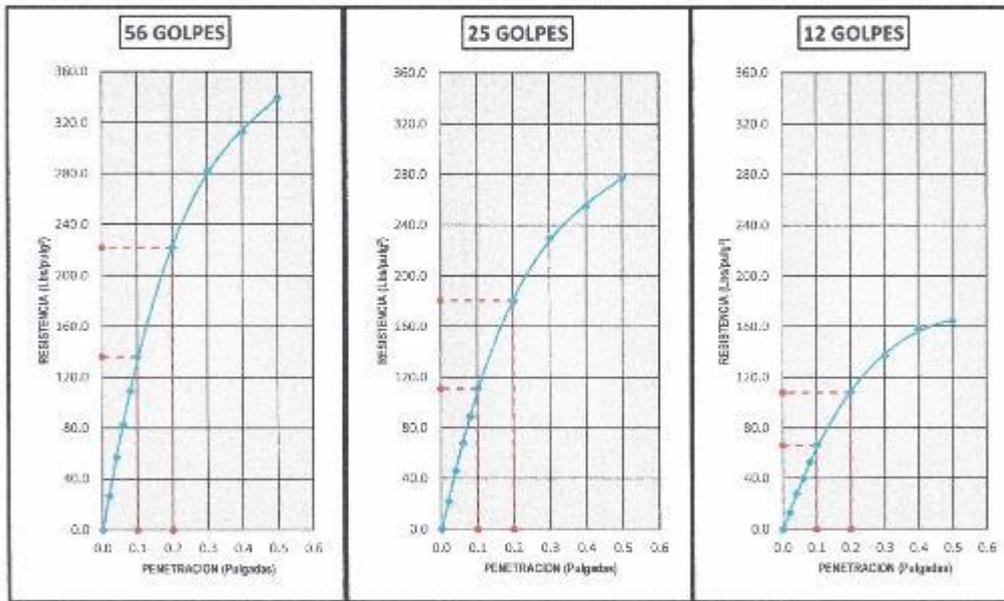
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

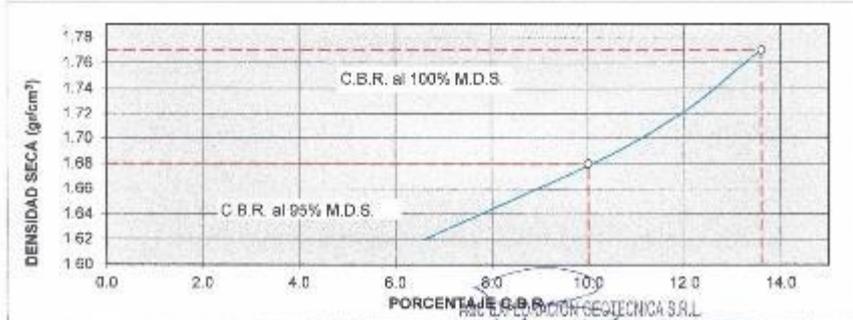
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	13.60
Humedad Óptima (%)	16.01%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	10.00



Carga (1°): 128lb/pulg²    Carga (2°): 222lb/pulg²    Carga (1°): 111lb/pulg²    Carga (2°): 181lb/pulg²    Carga (1°): 66lb/pulg²    Carga (2°): 108lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristina Mendiola Arizabalaga Brown*  
 INGENIERA SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 174539

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE-187	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 4/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.5	63.1		
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.2		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.11	75.98		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.52	738.41		
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.6		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99919		
Gravedad Específica (G <sub>20</sub> °C)	2.55	2.55		
Promedio	2.55			

Observaciones :

---



---

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian M. S. ...  
 Ingeiero Geotécnico  
 REG. SUPLENTE

 <p>ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

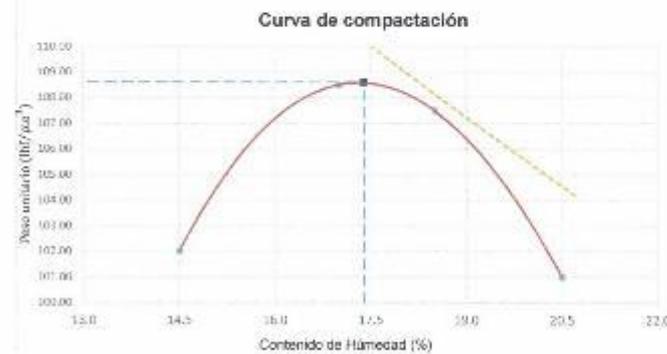
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : ABC - 043 - SJE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 4/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)  
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Humedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C. 01	Clasific. SACS (*)	--
Método empleado	A			Material	Natural + 15% Bagazo + 1.25% Y	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5563	5710	5726	5641
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1777	1924	1940	1855
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.872	2.027	2.044	1.955
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		26	6	31	84
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	648.37	746.66	802.34	713.65
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	578.34	552.23	589.65	608.13
Masa de Tara	(g)	100.64	94.46	85.35	97.18
Masa del Agua	(g)	70.03	94.43	112.69	105.52
Masa del Suelo Seco	(g)	477.7	557.77	603.3	510.95
Contenido de Agua	(%)	14.70	16.90	18.70	20.70
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.632	1.734	1.722	1.620
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.01	17.01	16.89	15.89
Peso Unitario Seco	(lb/pie <sup>3</sup> )	101.88	108.25	107.50	101.13



Peso unitario seco máximo	108.50 lb/pie <sup>3</sup> 17.04 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.74 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>2</sup> (*)	-- lb/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>2</sup> (*)	-- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>2</sup> (*)	-- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Gravedad Específica <sup>3</sup> (*)	2.55
--------------------------------------	------

Página 12 de 157

**Observaciones** : <sup>1</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (Método - D 1554 - 13).  
<sup>2</sup> Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.  
<sup>3</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Armijo López Brown  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. COPPE 174650



AIC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : AIC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	9		4		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,966	12,051	12,101	12,207	11,025	11,226
PESO DEL MOLDE (g)	6,864	6,884	7,568	7,568	6,752	6,752
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5102	5187	4533	4639	4273	4474
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,495	2,495	2,302	2,302	2,285	2,285
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.08	1.97	2.02	1.87	1.96
TARA N°	46	85	13	25	97	64
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	139.35	142.00	142.26	142.87	141.71	159.39
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.13	131.92	132.82	132.35	134.63	146.06
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.22	10.08	9.44	10.52	7.08	13.33
PESO DE TARA (g)	84.15	78.35	80.16	79.66	94.35	86.52
PESO DE SUELO SECO (g)	46.97	53.57	52.66	52.69	40.3	59.54
HUMEDAD (%)	17.50%	18.82%	17.93%	19.97%	17.58%	22.39%
DENSIDAD SECA	1.74	1.75	1.67	1.68	1.59	1.60

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8 Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
9-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	5.510	5.510	4.74	5.700	5.700	4.50	5.970	5.970	5.13
10-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	6.630	6.630	5.70	6.710	6.710	5.77	6.950	6.950	5.98
11-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	6.930	6.930	5.96	7.070	7.070	6.08	7.210	7.210	6.20
12-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	7.200	7.200	6.19	7.350	7.350	6.32	7.480	7.480	6.43

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 9				MOLDE N° 4				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		46.40	102.1	34.00		38.20	84	28.00		23.20	51	17.00	
0.040		88.20	216.0	72.00		79.20	174	58.00		47.70	104.9	35.00	
0.060		143.20	315.0	105.00		115.80	255	85.00		69.50	152.9	51.00	
0.080		188.20	414.0	138.00		152.70	335.9	112.00		91.40	201.1	67.00	
0.100	1000	234.50	515.9	172.00	17.20	190.90	420	140.00	14.00	114.50	251.9	84.00	8.40
0.200	1500	381.80	840.0	280.00		310.90	684	228.00		186.80	411	137.00	
0.300		485.50	1068.1	356.00		395.50	870.1	290.00		237.30	522.1	174.00	
0.400		540.00	1189	396.00		439.80	970.8	327.00		275.50	606.1	202.00	
0.500		586.40	1290.1	430.00		477.30	1060.1	350.00		286.40	630.1	210.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian David Arriagada Brown  
INGENIERO SUPERVISOR  
REG. CIP 141.155.11

Página 28 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

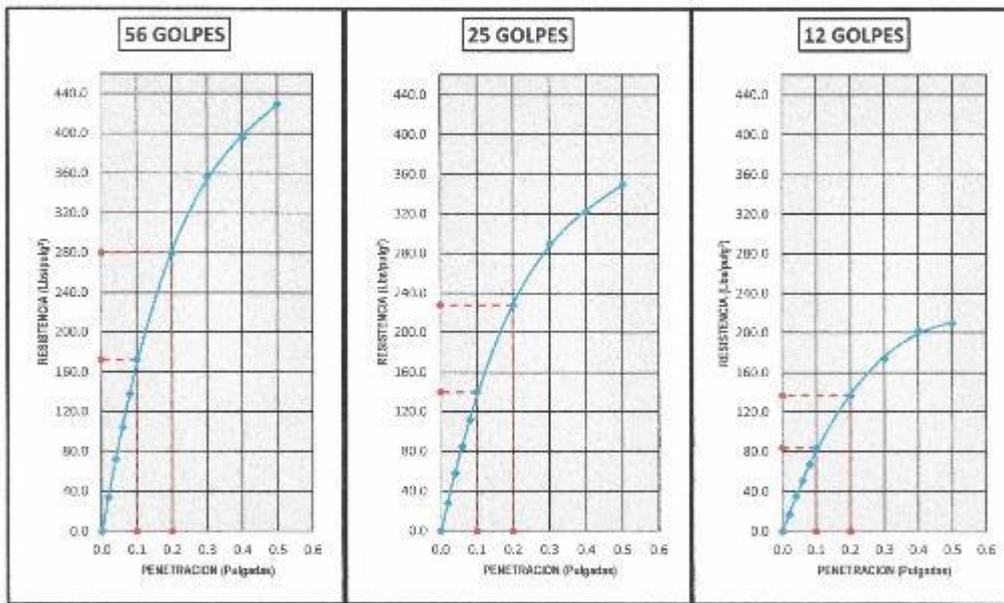
Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

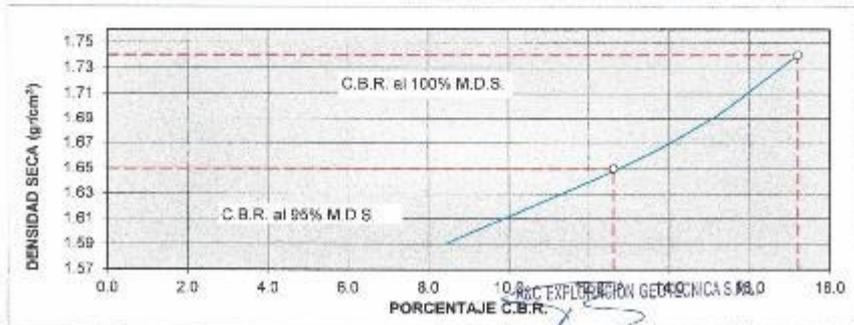
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	17.20
Humedad Óptima (%)	17.50%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	12.60



Carga (1°): 172 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2°): 280 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (3°): 340 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (4°): 778 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (5°): 89 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (6°): 137 lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

*Cristian Miguel Arronizaga Rojas*  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
REG. CIP 341 144520

Página 29 de 157

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 4/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
 Método Seco  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 01	C - 01		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	67.6	63.2		
Temperatura ambiente (°C)	23.8	23.4		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	77.16	76.65		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739.25	738.91		
Temperatura del agua (°C)	23.5	23.1		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99921	0.99931		
Gravedad Específica (G20°C)	2.56	2.56		
Promedio	2.56			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 174230

 <p>ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 157</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : ABC - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 4/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)  
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pisón	Manual	Calicata	C - 01	Clasific. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 20% Bagazo + 1.50% Humedad (*)	Humedad (*)	-

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5553	5690	5720	5630
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1767	1904	1934	1844
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.862	2.006	2.038	1.943
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		10	2	8	9
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		745.32	626.64	689.26	674.16
Masa Suelo Seco + Tara (g)		658.98	547.66	593.86	571.35
Masa de Tara (g)		94.16	89.33	96.16	90.74
Masa del Agua (g)		86.34	78.98	95.4	102.81
Masa del Suelo Seco (g)		564.82	458.33	497.7	480.61
Contenido de Agua (%)		15.30	17.20	19.20	21.40
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.615	1.712	1.710	1.600
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.84	16.79	16.77	15.69
Peso Unitario Seco (lb/pie <sup>3</sup> )		100.82	106.88	106.75	99.88



Peso unitario seco máximo	107.50 lb/pie <sup>3</sup>
	16.89 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.72 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>2</sup> (*)	-- lb/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>2</sup> (*)	-- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	18.00 %
G. C. H. modificado <sup>2</sup> (*)	-- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 < 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/8 " < 20 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/4 " < 30 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Gravedad Específica <sup>3</sup> (*)	2.56
--------------------------------------	------

Página 13 de 157

**Observaciones**

1. Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D-4718 - L21)

2. Si es necesario por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método suc.

(\*) Los valores indicados en los datos se midieron por el INACAL - UN.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina Miguel Armas  
 Ingeniera Geotécnica  
 N° de C.P. 12440



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.B.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE Nº	8		10		5	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	14,177	14,289	12,786	12,909	11,904	12,106
PESO DEL MOLDE (g)	7,646	7,646	7,541	7,541	7,636	7,636
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	6531	6643	5245	5368	4268	4470
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	3,217	3,217	2,684	2,684	2,302	2,302
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.06	1.95	2.00	1.85	1.94
TARA Nº	1	20	13	25	17	8
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	135.09	149.40	138.71	133.14	128.04	144.36
PESO TARA + SUELO SECO (g)	126.62	139.04	128.99	122.34	120.75	130.71
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.47	10.36	9.72	10.8	7.29	13.65
PESO DE TARA (g)	79.64	85.46	76.32	69.64	80.46	71.16
PESO DE SUELO SECO (g)	46.98	53.58	52.67	52.7	40.3	59.55
HUMEDAD (%)	18.03%	19.34%	18.45%	20.49%	18.09%	22.92%
DENSIDAD SECA	1.73	1.73	1.65	1.66	1.57	1.58

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
8 Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
9-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	6.990	6.990	5.96	6.990	6.990	6.01	7.100	7.100	6.10
10-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	7.060	7.060	6.07	7.130	7.130	6.13	7.300	7.300	6.28
11-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	7.110	7.110	6.11	7.350	7.350	6.32	7.490	7.490	6.44
12-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	7.410	7.410	6.37	7.750	7.750	6.66	7.950	7.950	6.84

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 8				MOLDE Nº 10				MOLDE Nº 5			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		58.60	128.9	43.00		47.70	104.9	35.00		28.60	62.9	23.00	
0.040		121.40	267.1	83.00		99.50	218.9	73.00		58.60	128.9	43.00	
0.060		177.30	390.1	130.00		144.50	317.9	106.00		85.90	189	63.00	
0.080		233.20	513.0	171.00		189.50	416.9	139.00		113.20	249	83.00	
0.100	1000	291.80	642.0	214.00	21.40	237.30	522.1	174.00	17.40	141.80	312	104.00	
0.200	1500	475.90	1047.0	349.00		387.30	857.1	284.00		231.80	510	170.00	
0.300		604.10	1329	443.00		490.90	1080	360.00		293.20	645	215.00	
0.400		670.90	1476	492.00		545.50	1200	480.00		340.90	750	250.00	
0.500		729.50	1604.9	535.00		593.20	1305	435.00		354.50	779.9	260.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Miguel Angel Arrascaeta Brown  
INGENIERO EN GEOTECNIA S.B.L.  
REG. CUI. Nº 174530

Página 30 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014

Fecha : 30 - 07 - 2020

Versión : 01

Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

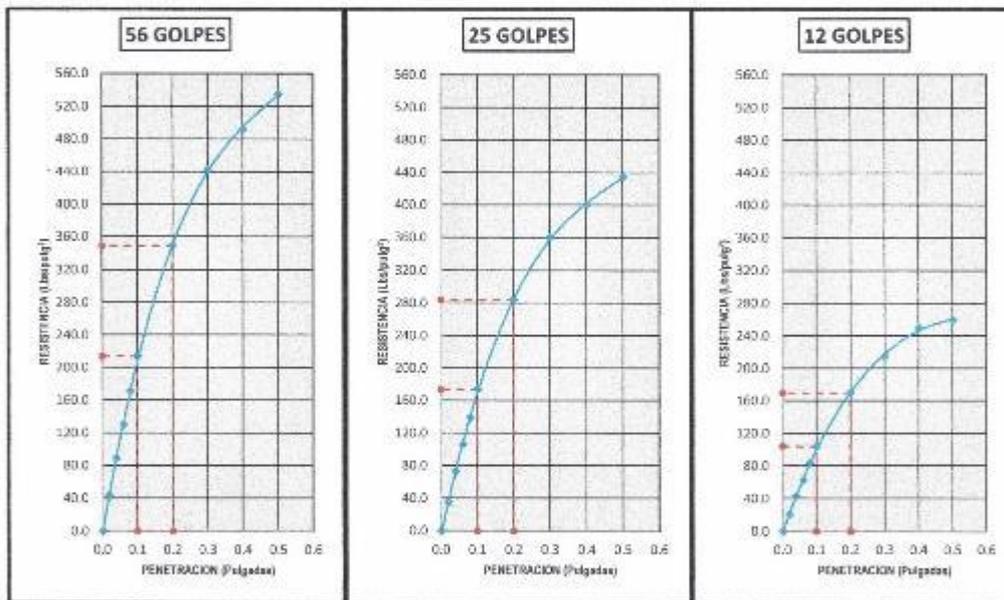
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 8/11/2022

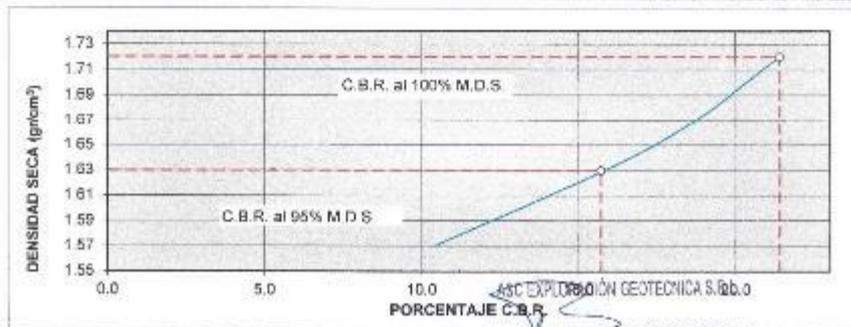
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	21.40
Humedad Óptima (%)	18.03%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	15.70



Carga (1"): 214 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2"): 348 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1"): 174 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2"): 284 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1"): 108 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2"): 170 lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arrunategui Brown  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 179530

## Anexo 8. Propiedades Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 2

 <p>NRC Geotecnia y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> <b>NTP 339.128</b> <b>1999 Rev. 01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 167</p>
	Código : LAB - G - 002	Fecha : 29 - 04 - 2022	

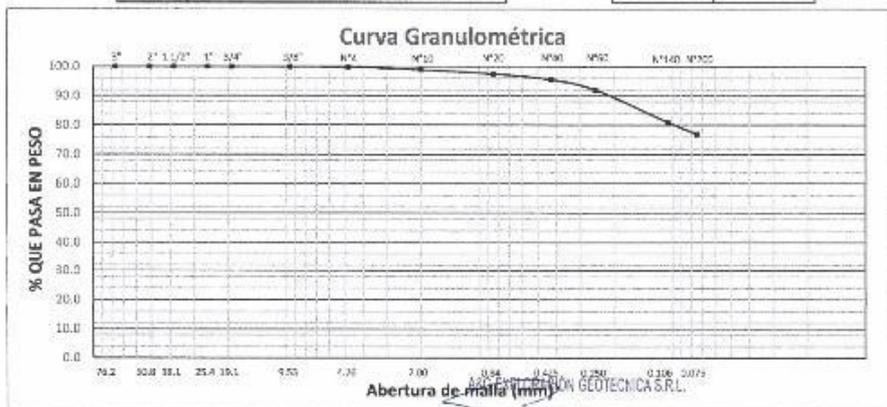
**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C 043 SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

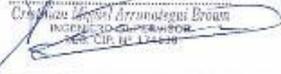
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
NTP 339 - 128 : 1999 (Rev. 2019)						
ABERTURA DE MALLA		MASA RETENIDA (g.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
(Pulg.)	(mm)					
3"	76.200	---	---	---	100.0	Muestra inicial (g.) : 320.34
2"	50.800	---	---	---	100.0	Fracción fina (g.) : ---
						<b>CARACTERÍSTICAS</b>
1 1/2"	38.100	---	---	---	100.0	% Bolones (75 - 300 mm) : ---
1"	25.400	---	---	---	100.0	% Gravas (4.75 - 75 mm) : 0.2
3/4"	19.050	---	---	---	100.0	% Arenas (0.075 - 4.75 mm) : 22.9
3/8"	9.525	---	---	---	100.0	% Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm) : 0.9
N° 4	4.760	0.54	0.2	0.2	99.8	% Arena media (2.00 - 0.42 mm) : 3.4
N° 10	2.000	2.95	0.9	1.1	98.9	% Arena fina (2.00 - 0.42 mm) : 18.5
N° 20	0.840	4.65	1.5	2.5	97.5	% Limos y arcillas (<0.075 mm) : 77.0
N° 40	0.425	6.24	1.9	4.5	95.5	Diámetro efectivo D60 (mm) : ---
N° 60	0.250	11.14	3.5	8.0	92.0	Diámetro efectivo D30 (mm) : ---
N° 140	0.106	35.53	11.1	19.1	80.9	Diámetro efectivo D10 (mm) : ---
N° 200	0.075	12.69	4.0	23.0	77.0	Coefficiente de uniformidad (Cu) : ---
< N° 200	FDNDQ	246.60	77.0	100.0	0.0	Coefficiente de curvatura (Cc) : ---

Límite Líquido (%)	35.0
Límite Plástico (%)	16.0
Índice de Plasticidad (%)	19.0
SUCS(*)	Arquilla de baja plasticidad con arena

Muestra	C - 02 / M - 01
SUCS(*)	CL
AASHTO(*)	A-6 [12]
Profundidad	0



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

  
 Cristian Arraigada Brown  
 INGENIERO EN GEOTECNIA S.R.L.  
 REG. CIP. N° 174691

Página 42 de 157

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

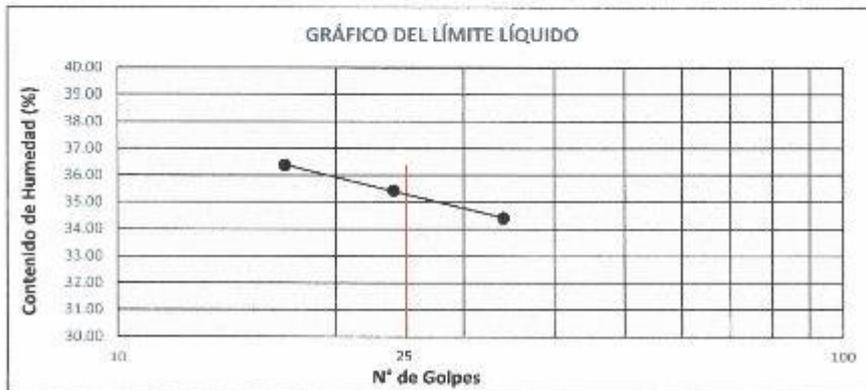
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

**LIMITES DE ATTERBERG**  
NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019)

<b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b>	Método de preparación húmeda	<b>EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO</b>	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N°40	<b>EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO</b>	Manual
	Preparación con agua destilada	<b>PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40</b>	4%

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	10	9	6	8	1
N° de Tara	10	9	6	8	1
N° de Golpes	17	24	34	---	---
Tara + Suelo húmedo (g.)	26.04	27.13	25.62	19.95	18.65
Tara + Suelo seco (g.)	22.81	23.86	22.60	19.12	17.91
Masa del Agua (g.)	3.23	3.27	3.02	0.83	0.74
Masa de la Tara (g.)	13.93	14.63	13.82	13.92	13.25
Masa del Suelo Seco (g.)	8.88	9.23	8.78	5.20	4.68
Porcentaje de Humedad (%)	36.37	35.43	34.40	15.96	15.81



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	35.0
Límite Plástico	16.0
Índice de Plasticidad	19.0

CALICATA	C - 02 / M - 01
Profundidad	m
Clasificación SUCS(*)	CL
Clasificación AASHTO(*)	A-6 (12)

(\*) Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 41 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

*Cristina Mijangos Aguirre*  
 INGENIERO SUBSISTEMAS  
 RUC - CUS N° 174570

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N°LE - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 9/11/2022

Muestra: Terreno Natural

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.6	62.8		
Temperatura ambiente (°C)	23.1	23.6		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	78.32	75.66		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739.02	737.46		
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.4		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99924		
Gravedad Específica (G20°C)	2.49	2.49		
Promedio	2.49			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 70 de 157

Cristian Miguel Arranategui Brown  
Ingeniero SUPERVISOR

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado</p> <p>Registro N° 15 - 187</p>
	Código : L - G - D15	Fecha : 29/04/2020	

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 9/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>)  
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plisón	Manual	Calicata	C. 02	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	TERRENO NATURAL	Humedad (*)	---

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5565	5689	5723	5674
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1779	1903	1937	1888
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.875	2.005	2.041	1.989
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		11	21	22	61
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		675.95	547.69	480.15	567.31
Masa Suelo Seco + Tara (g)		615.98	485.24	420.26	491.46
Masa de Tara (g)		135.49	55.77	55.80	80.44
Masa del Agua (g)		59.97	62.45	59.89	75.85
Masa del Suelo Seco (g)		480.49	429.47	364.46	411.02
Contenido de Agua (%)		12.50	14.50	16.40	18.50
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.667	1.751	1.753	1.678
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		16.35	17.17	17.19	16.46
Peso Unitario Seco (lbf/pie <sup>3</sup> )		104.07	109.31	109.44	104.75



Peso unitario seco máximo	110.00 lbf/pie <sup>3</sup>
	17.28 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.762 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (*)	--- lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	15.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	205	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.48
--------------------------------------	------

Página 43 de 157

**Observaciones** : <sup>®</sup> Referir al Anexo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AS/NZ - 2 4701 - 11).  
<sup>®</sup> Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través de método seco.  
 (\*) Los métodos ensayados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arroyave Brouse  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CER. N° 174530

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR</b> <b>NTP 339.145 (*)</b>			
	Código : LAB - G - 014	Fecha : 30 - 07 - 2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 13/11/2022

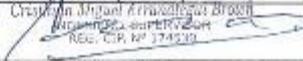
Calicata: C - 02  
 Muestra: Terreno natural

California Bearing Ratio - C.B.R.						
NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	4		1		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12.243	12.324	11.960	12.068	11.000	11.205
PESO DEL MOLDE (g)	7.558	7.568	7.451	7.451	6.752	6.752
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4.675	4.756	4.509	4.617	4.248	4.453
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2.302	2.302	2.304	2.304	2.285	2.285
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.07	1.96	2.00	1.86	1.95
TARA N°	41	65	49	32	25	34
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	138.34	139.16	130.61	134.23	126.84	144.95
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.11	130.21	122.28	124.82	120.61	132.87
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.23	8.95	8.33	9.41	6.23	12.08
PESO DE TARA (g)	84.16	76.66	69.64	72.15	80.35	73.35
PESO DE SUELO SECO (g)	46.95	53.55	52.54	52.67	40.3	59.52
HUMEDAD (%)	15.40%	16.71%	15.82%	17.87%	15.47%	20.30%
DENSIDAD SECA	1.76	1.77	1.69	1.7	1.61	1.62

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
13-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
14-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	10.320	10.320	8.87	10.390	10.390	8.93	11.620	11.620	9.99
15-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	12.410	12.410	10.67	12.510	12.510	10.76	12.920	12.920	11.11
16-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	14.290	14.290	12.29	14.580	14.580	12.54	14.900	14.900	12.81
17-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	16.150	16.150	13.89	16.400	16.400	14.10	16.850	16.850	14.49

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 4				MOLDE N° 1				MOLDE N° 7			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		16.40	36.1	12.00		13.60	29.9	10.00		8.20	18	6.00	
0.040		34.10	75.0	25.00		27.30	60.1	20.00		16.40	36.1	12.00	
0.060		50.50	111.1	37.00		40.90	90	30.00		24.50	53.9	18.00	
0.080		65.50	144.1	48.00		53.20	117	39.00		31.40	69.1	23.00	
0.100	1000	81.80	180.0	60.00	6.00	66.80	147	49.00	4.90	39.50	86.9	29.00	2.90
0.200	1500	123.60	293.9	98.00		109.10	240	80.00		64.10	141	47.00	
0.300		169.10	372	124.00		137.70	302.8	101.00		81.80	180	60.00	
0.400		188.20	414	138.00		154.10	338	113.00		95.50	210.1	70.00	
0.500		204.50	449.9	150.00		162.20	360.9	123.00		99.50	218.9	73.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

  
 Cristian Daniel Arraolaga Brown  
 Ingeniero en Geotecnia  
 REG. CIP. N° 174219



ABC Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.U.C.S.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014

Fecha : 30 - 07 - 2020

Versión : 01

Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

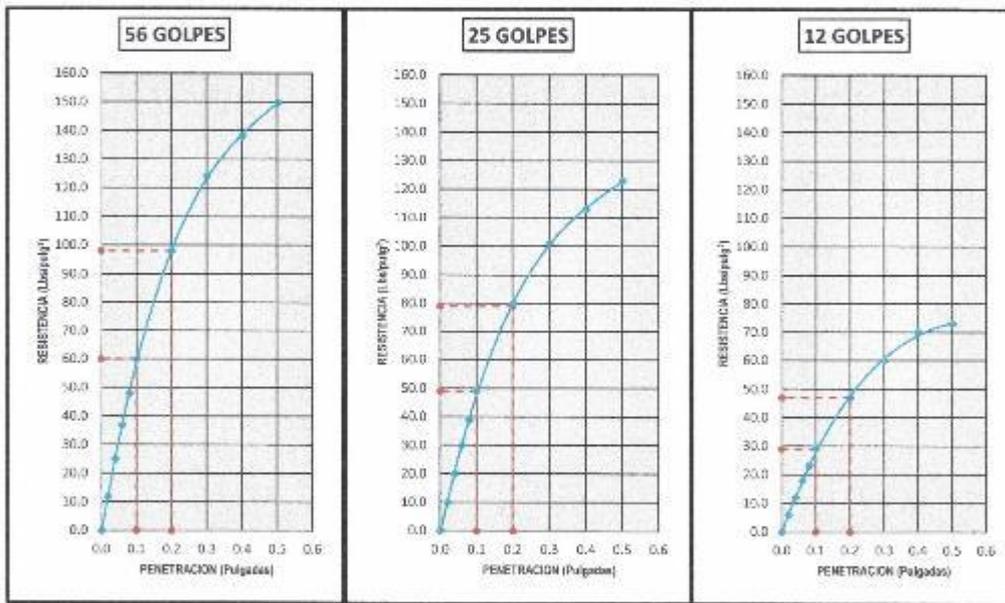
Calicata: C 02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

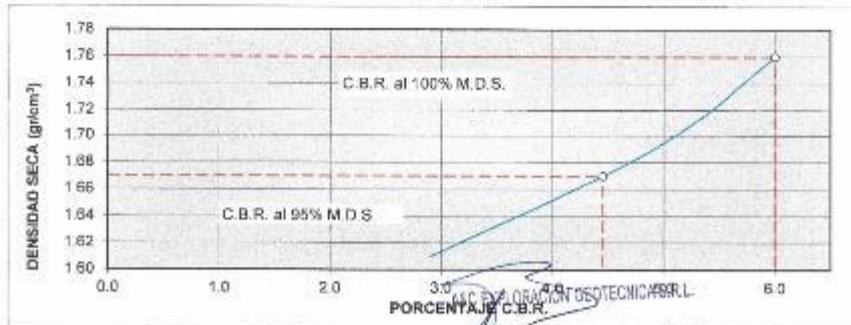
Muestra: Terreno natural

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	C.B.R. al 100% de M.D.S. [%]	6.00
Humedad Óptima [%]	15.40%	C.B.R. al 95% de M.D.S. [%]	4.45



Carga (1<sup>o</sup>): 60lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 80lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 100lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 120lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (5<sup>o</sup>): 150lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (6<sup>o</sup>): 180lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (7<sup>o</sup>): 200lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (8<sup>o</sup>): 220lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (9<sup>o</sup>): 240lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (10<sup>o</sup>): 260lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (11<sup>o</sup>): 280lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (12<sup>o</sup>): 300lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.U.C.S.  
 Ing. Mónica Mabel Arraño, Rosan  
 Ing. Mónica Mabel Arraño, Rosan  
 R.C. CIR N° 174530

**Anexo 9. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC%**

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE - 167	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de ensayo : 9/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01	/	
Humedad relativa (%)	62.7	63.6		
Temperatura ambiente (°C)	23.5	23.2		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.65	75.90		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.98	738.46		
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.1		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99931		
Gravedad Específica (G20°C)	2.56	2.56		
Promedio	2.56			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
 Miguel Arruñadegui Brú  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 RES. CIP. Nº 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01**



Registro N° LE 187

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

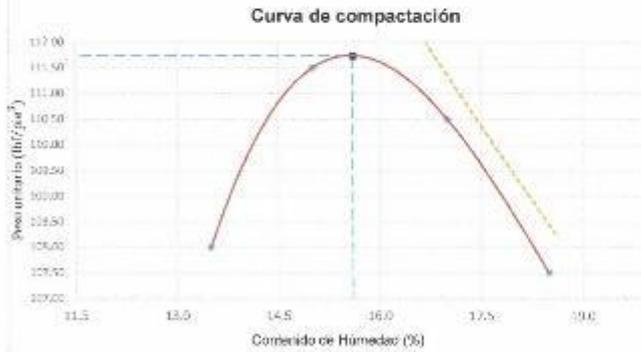
O. de Trabajo : A&C - D43 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 9/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C-02	Clasif. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	Terrizo Natural + 5% Bagazo	Humedad (*)	---

**ENSAYO DE COMPACTACION**

		2	2	2	2
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5647	5736	5751	5724
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1861	1950	1965	1938
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.961	2.055	2.071	2.042
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
N° Tara		13	28	15	11
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	700.06	551.45	670.41	685.35
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	629.48	493.24	598.56	599.02
Masa de Tara	(g)	104.07	104.16	180.97	135.65
Masa del Agua	(g)	70.58	58.22	71.85	86.33
Masa del Suelo Seco	(g)	524.51	389.08	417.59	463.37
Contenido de Agua	(%)	13.50	15.00	17.20	18.60
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.728	1.787	1.767	1.722
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.05	17.53	17.33	16.89
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	107.88	111.56	110.31	107.50



Peso unitario seco máximo	112.00 lb/ft <sup>3</sup>
	17.59 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.794 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (P)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	15.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (P)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.56
--------------------------------------	------

Página 44 de 157

**Observaciones**

- ® Referir al Ensayo de Contenido de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NTP 339.141).
- \* Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- (\*) Los métodos incluidos no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristian Miguel Arzuaga-Erosa  
INGENIERO SUPERVISOR  
REG. INACAL 174550

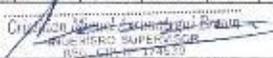
**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 13/11/2022

Calicata : C - 02  
 Muestra : Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.													
NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	6				2				3				
CAPAS N°	5				5				5				
Nº DE GOLPES POR CAPA	56				25				12				
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11.913		11.996		12.293		12.403		12.163		12.390		
PESO DEL MOLDE (g)	6.972		6.972		7.600		7.600		7.454		7.464		
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4941		5024		4693		4803		4699		4926		
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2.379		2.379		2.343		2.343		2.468		2.468		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.08		2.11		2		2.05		1.9		2.00		
TARA N°	1		70		42		65		89		39		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	119.87		134.93		142.50		138.79		109.13		141.66		
PESO TARA + SUELO SECO (g)	112.33		125.63		133.83		129.03		102.64		129.19		
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.54		9.3		8.67		9.76		6.49		12.47		
PESO DE TARA (g)	65.35		72.05		81.16		76.33		62.35		69.64		
PESO DE SUELO SECO (g)	46.98		53.58		52.67		52.7		40.3		59.55		
HUMEDAD (%)	16.05%		17.36%		16.46%		18.52%		16.11%		20.94%		
DENSIDAD SECA	1.79		1.80		1.72		1.73		1.64		1.65		
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
13-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
14-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	10.090	10.090	8.58	10.170	10.170	8.74	10.320	10.320	8.87		
15-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	11.370	11.370	9.78	11.640	11.640	10.01	11.780	11.780	10.13		
16-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	13.420	13.420	11.54	13.640	13.640	11.73	13.950	13.950	11.99		
17-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	14.530	14.530	12.49	14.840	14.840	12.75	15.120	15.120	13.00		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 6				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		35.50	78.1	26.00		38.60	62.9	21.00		17.70	38.9	13.00	
0.040		73.60	161.9	54.00		60.00	132	44.00		35.50	78.1	26.00	
0.060		107.70	236.9	79.00		88.60	194.9	65.00		51.80	114	38.00	
0.080		141.80	312.0	104.00		115.90	255	85.00		68.20	150	50.00	
0.100	1000	177.30	390.1	130.00	13.00	144.50	317.9	106.00	10.60	85.90	189	63.00	
0.200	2500	289.10	636.0	212.00		235.90	519	173.00		140.50	309.1	103.00	
0.300		366.80	807	269.00		268.60	656.9	219.00		177.30	390.1	130.00	
0.400		407.70	896.9	299.00		241.70	532.9	204.00		205.90	453	151.00	
0.500		443.20	975.9	325.00		262.90	585.1	265.00		215.50	474.1	158.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

  
 CENTRO SUPERIOR DE  
 INVESTIGACIONES Y  
 DESARROLLO



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR**  
**NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE - 2022

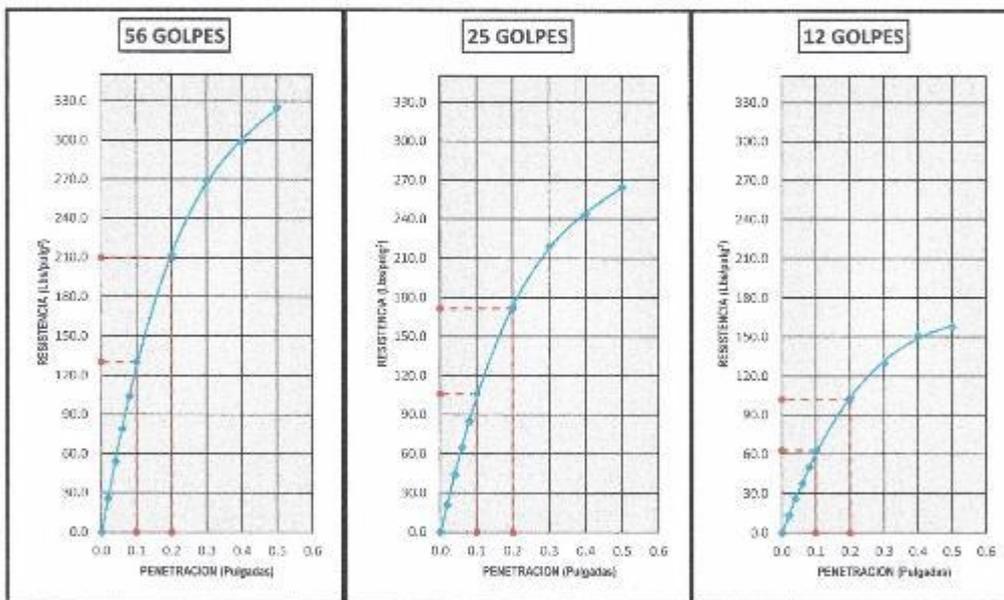
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

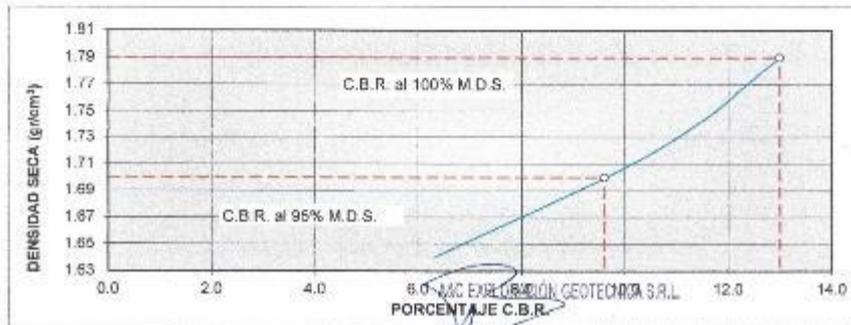
Muestra: Natural + 5% Dagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.79	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	13.00
Humedad Óptima (%)	16.05%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.60



Carga (1<sup>o</sup>): 330 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2<sup>o</sup>): 210 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (1<sup>o</sup>): 106 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2<sup>o</sup>): 172 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (1<sup>o</sup>): 68 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2<sup>o</sup>): 102 lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Ornelán Miguel Arrascaeta Brown*  
INGENIERO QUÍMICO  
R.F.G. 170.88.174630

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 9/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.6	62.9		
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.5		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.90	76.86		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.01	738.54		
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.6		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99919		
Gravedad Específica (G20°C)	2.52	2.52		
Promedio	2.52			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
Cristian Flores Arroyavegna Berrón  
INGENIERO SUPERIOR  
REG. CO. N° 174839



AAC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01**



Registro N° LC - 147

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

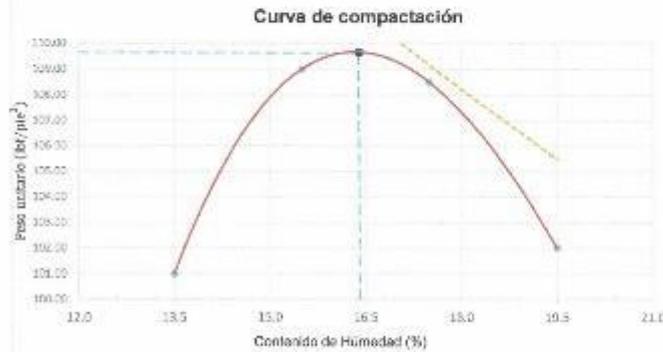
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 9/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmeda	Tipo de Píñon	Manual	Calicata	C - 02	Cuanto SUCS(*)	---
Método empleado	A			Material	Terreno Natural + 10% Bagazo	Humedad (%)	---

**ENSAYO DE COMPACTACION**

		2	2	2	2
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5532	5698	5729	5639
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1746	1912	1943	1853
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.840	2.015	2.047	1.953
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
N° Tara		41	32	23	20
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	684.65	746.35	698.16	626.35
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	615.02	659.89	609.05	541.12
Masa de Tara	(g)	103.23	105.31	101.15	104.56
Masa del Agua	(g)	69.63	86.46	89.11	85.23
Masa del Suelo Seco	(g)	511.79	534.58	507.9	436.56
Contenido de Agua	(%)	13.60	15.60	17.50	19.50
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.620	1.743	1.742	1.634
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.89	17.09	17.08	16.03
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	101.13	108.81	108.75	102.01



Peso unitario seco máximo	109.50 lb/ft <sup>3</sup>
	17.20 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.754 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.50 %
O. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.52
------------------------------------	------

Página 45 de 157

**Observaciones**

<sup>(\*)</sup> Referir a Tablas de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4730 - 15).

<sup>(\*)</sup> Ensayo real código NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.

<sup>(\*)</sup> Los estándares citados se han sido acreditados por el INACAL - DA.

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Cristina Huelgas  
INGENIERO SUPERIOR  
N° 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	10		1		5	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	13,014	13,108	11,978	12,064	11,932	12,136
PESO DEL MOLDE (g)	7,541	7,541	7,451	7,451	7,636	7,636
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5,473	5,567	4,527	4,633	4,296	4,500
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,684	2,684	2,304	2,304	2,307	2,307
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.07	1.96	2.01	1.87	1.95
TARA N°	22	31	35	44	18	9
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	131.34	147.80	131.24	138.06	122.47	152.36
PESO TARA + SUELO SECO (g)	123.57	138.24	122.31	128.04	115.78	139.60
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.77	9.56	8.93	10.02	6.69	12.76
PESO DE TARA (g)	76.59	84.66	69.64	75.34	75.40	80.05
PESO DE SUELO SECO (g)	46.98	53.58	52.67	52.7	49.3	59.55
HUMEDAD (%)	16.54%	17.84%	16.95%	19.01%	16.60%	21.43%
DENSIDAD SECA	1.75	1.76	1.68	1.69	1.60	1.61

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
13 Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
14-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	8.330	8.330	7.16	8.380	8.380	7.21	9.400	9.400	8.08
15-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	9.860	9.860	8.48	10.650	10.650	9.16	11.610	11.610	9.98
16-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	12.130	12.130	10.48	12.630	12.630	10.86	14.300	14.300	12.30
17-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	14.090	14.090	12.12	14.280	14.280	12.28	14.950	14.950	12.85

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 10				MOLDE N° 1				MOLDE N° 5			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		38.20	84	28.00		31.40	69.1	23.00		19.10	42	14.00	
0.040		79.10	174.0	58.00		63.50	144.1	48.00		38.20	84	28.00	
0.060		125.90	255.0	85.00		93.50	210.1	70.00		55.50	123	41.00	
0.080		152.70	335.9	112.00		124.10	273	91.00		73.60	161.9	54.00	
0.100	1000	190.90	420.0	140.00	14.00	155.50	342.1	114.00	11.40	92.70	203.9	68.00	
0.200	1500	310.90	684.0	228.00		253.60	557.9	186.00		151.40	333.1	111.00	
0.300		395.50	870.1	290.00		321.80	708	236.00		192.30	423.1	141.00	
0.400		438.10	966	322.00		357.30	786.1	262.00		222.30	489.1	163.00	
0.500		477.30	1050.1	350.00		388.10	854.9	285.00		231.80	510	170.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INVACAL - DA

INVESTIGACION GEOTECNICA S.R.L.  
Cristina Mabel Arranzategui Biam  
INGENIERA EN GEOTECNIA  
REG. LIT. N° 17653

Página 56 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014    Fecha : 30-07-2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C D45 SUE 2022

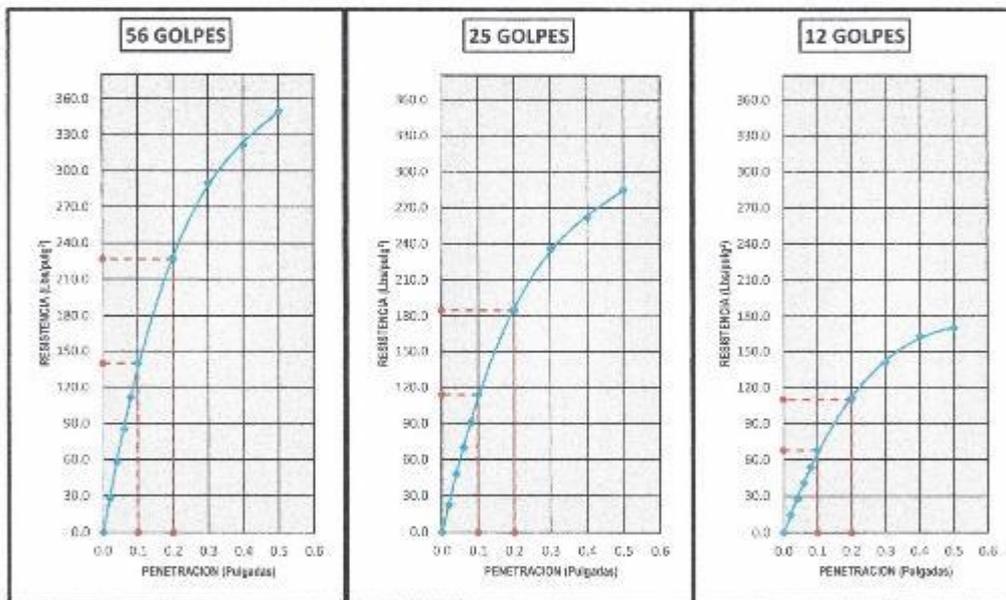
Calicata: C-02

Fecha de Ensayo : 13/11/2022

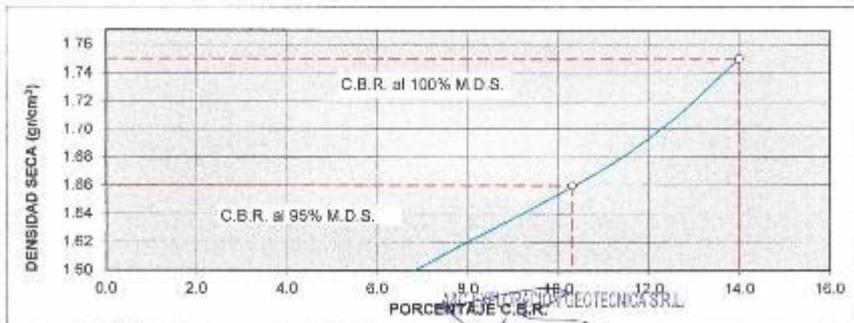
Muestra: Natural + 10% Bagazo

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	14.00
Humedad Óptima (%)	16.54%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	10.30



Carga (1°): 140lb/pulg²    Carga (2°): 737lb/pulg²    Carga (1°): 134lb/pulg²    Carga (2°): 185lb/pulg²    Carga (1°): 68lb/pulg²    Carga (2°): 110lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. *Cristian Miguel Arriategui Brown*  
INGENIERO SUPERVISOR  
C.I.B. N° 174529

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA          DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO          RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS          SÓLIDAS DE UN SUELO          NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 10/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.6	63.1		
Temperatura ambiente (°C)	23.5	23.6		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.65	75.49		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.62	737.85		
Temperatura del agua (°C)	23.7	23.5		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99917	0.99921		
Gravedad Específica (G20°C)	2.53	2.53		
Promedio	2.53			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Miguel Arrandona Brown  
 INGENIERO EN GEOTÉCNICA  
 REG. CIP. Nº 131234

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de ensayo Acreditado Registro N° 12 - 107	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 10/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pídon	Manual	Calicata	C - 02	Clasificación	Clasif. SUCS (*)
Método empleado	A			Material	Terreno Natural + 15% Bagazo		Humedad (*)

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5535	5685	5712
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1749	1899	1926
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.843	2.001	2.033
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		11	4	71
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		445.56	475.76	555.78
Masa Suelo Seco + Tara (g)		405.88	419.89	481.42
Masa de Tara (g)		135.49	83.57	79.84
Masa del Agua (g)		39.68	55.87	74.36
Masa del Suelo Seco (g)		270.39	336.32	401.58
Contenido de Agua (%)		14.70	16.60	18.50
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.607	1.716	1.713
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.76	16.83	15.84
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		100.32	107.13	106.94



Peso unitario seco máximo	106.00 lb/ft <sup>3</sup>
	16.97 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.730 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificado <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 < 20 %	265	75%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" < 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" < 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.53
------------------------------------	------

Página 46 de 157

**Observaciones**

\*) Revisar el Ensayo de Control de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4918 - 12).

\*) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

\*) Los muestreos realizados en los sitios señalados por el INACAL - IN.

  
 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian M. Rojas  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 (NTP 339.141:1999)



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.I.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 02

Fecha de Ensayo : 14/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	3			6			2						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA		SIN MOJAR	MOJADA		SIN MOJAR	MOJADA					
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,479	12,563		11,625	11,737		11,951	12,157					
PESO DEL MOLDE (g)	7,464	7,464		6,972	6,972		7,600	7,600					
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5015	5099		4653	4765		4351	4557					
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,468	2,468		2,379	2,379		2,343	2,343					
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.07		1.96	2.00		1.86	1.94					
TARA N°	40	2		31	22		15	7					
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	141.13	150.16		133.23	130.67		122.88	143.18					
PESO TARA + SUELO SECO (g)	132.93	140.11		123.84	120.17		115.82	129.87					
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.2	10.05		9.41	10.5		7.06	13.31					
PESO DE TARA (g)	85.94	86.52		71.16	67.46		75.52	70.31					
PESO DE SUELO SECO (g)	46.99	53.59		52.68	52.71		40.3	59.56					
HUMEDAD (%)	17.45%	18.75%		17.86%	19.92%		17.52%	22.35%					
DENSIDAD SECA	1.73	1.74		1.66	1.67		1.58	1.59					
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
14-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
15-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	7.250	7.260	6.24	7.850	7.850	6.75	8.670	8.670	7.45		
16-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	8.170	8.170	7.02	8.670	8.670	7.45	9.140	9.140	7.86		
17-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	9.030	9.030	7.76	10.050	10.050	8.64	11.020	11.020	9.48		
18-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	11.360	11.360	9.77	11.200	11.200	9.63	11.800	11.800	10.15		
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 3				MOLDE N° 6				MOLDE N° 2			
		CARGA Lectura	CORRECCION lbs lbs/pulg <sup>2</sup> %			CARGA Lectura	CORRECCION lbs lbs/pulg <sup>2</sup> %			CARGA Lectura	CORRECCION lbs lbs/pulg <sup>2</sup> %		
0.020		43.60	95.9	32.00		35.50	78.1	26.00		21.80	48	16.00	
0.040		91.40	201.1	67.00		73.50	161.9	54.00		43.00	99	33.00	
0.060		139.60	293.9	98.00		107.70	236.9	79.00		65.50	144.1	48.00	
0.080		174.50	383.9	128.00		141.80	312	104.00		84.50	185.9	62.00	
0.100	1000	218.20	480.0	160.00	16.00	177.30	390.1	130.00	13.00	105.40	234.1	78.00	7.80
0.200	1500	355.90	783.0	261.00		289.10	630	212.00		173.20	381	127.00	
0.300		451.40	993.1	331.00		366.80	807	269.00		219.50	482.9	161.00	
0.400		501.80	1104	368.00		407.20	895.0	299.00		255.00	561	187.00	
0.500		545.50	1200.1	400.00		493.20	999	325.00		265.90	585	195.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 58 de 157

*Cristian J. J. Arriaga*  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
REG. CIP. N° 174520



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUF - 2022

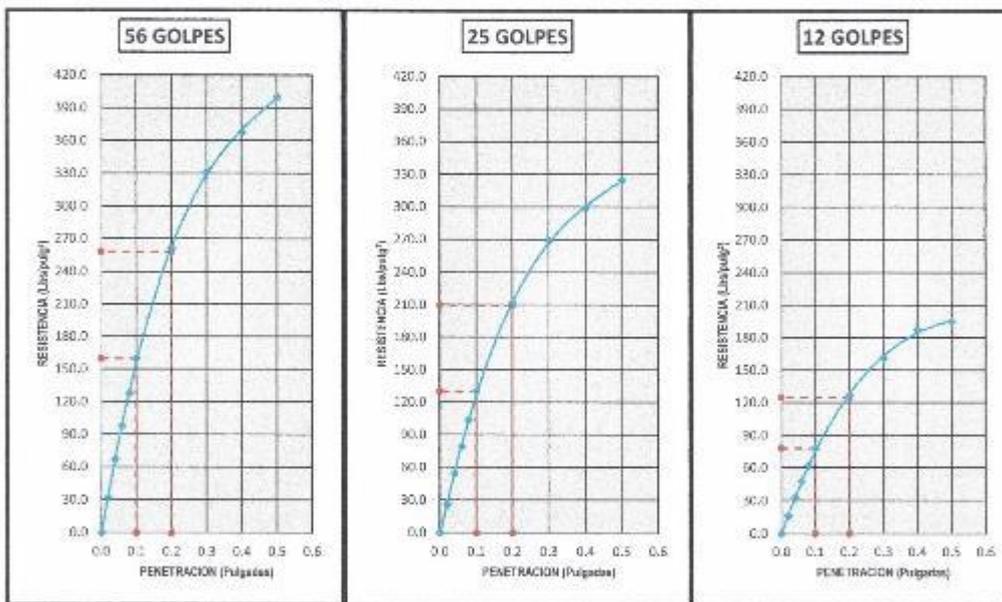
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 14/11/2022

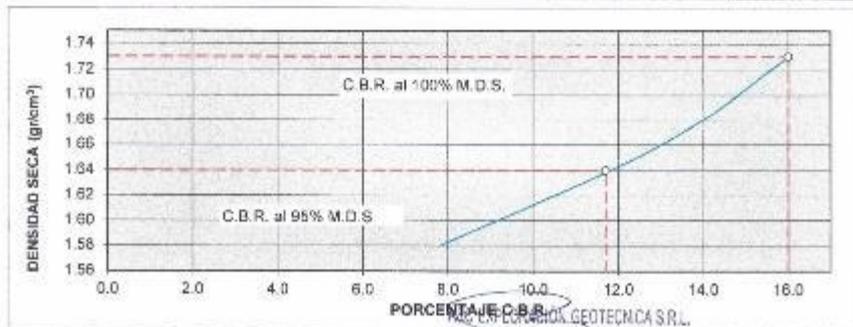
Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1.73	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	16.00
Humedad Óptima (%)	17.45%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	11.70



Carga (1'') : 200 lb/pulg²      Carga (1'') : 750 lb/pulg²      Carga (1'') : 1300 lb/pulg²      Carga (1'') : 2100 lb/pulg²      Carga (1'') : 750 lb/pulg²      Carga (1'') : 1250 lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Exploración Geotécnica S.R.L.*  
Exploración Geotécnica S.R.L.  
Exploración Geotécnica S.R.L.

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 10/11/2022

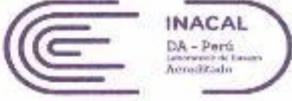
Muestra: Natural + 20% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
 Método Seco  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 02	C - 02	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	62.9	63.5	
Temperatura ambiente (°C)	23.1	23.2	
N° Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	75.97	76.62	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.64	738.98	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.7	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99917	
Gravedad Especifica (G20°C)	2.57	2.57	
Promedio	2.57		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arregueta Pizarro  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. Nº 174536

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 18 - 107
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

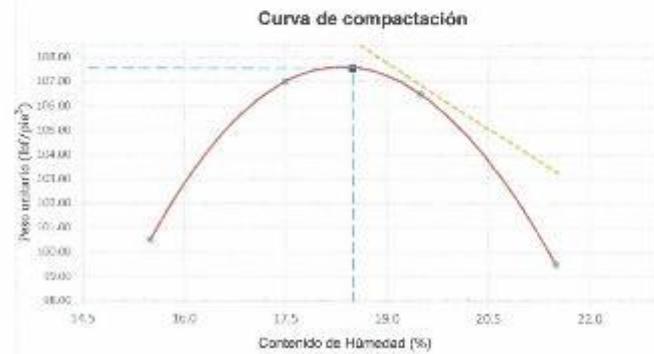
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 10/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmido	Tipo de Píedón	Manual	Calicata	C - 02	Qualif. sucs (*)	---
Método empleado	A			Material	Terreno Natural - 20% Bagazo	Humedad (*)	---

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5546	5698	5723
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1760	1912	1937
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.855	2.015	2.041
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		41	9	4
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		645.32	548.66	615.33
Masa Suelo Seco + Tara (g)		572.94	480.55	529.32
Masa de Tara (g)		106.32	94.33	87.46
Masa del Agua (g)		72.38	68.01	86.31
Masa del Suelo Seco (g)		466.62	386.32	441.56
Contenido de Agua (%)		15.50	17.60	19.50
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.606	1.713	1.708
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.75	16.80	16.75
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		100.76	106.94	106.63



Peso unitario seco máximo	107.50 lb/ft <sup>3</sup>
	16.80 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.722 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>2</sup> (*)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>2</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	18.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>2</sup> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>3</sup> (*)	2.57
--------------------------------------	------

Página 47 de 157

**Observaciones**

- Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM D4755 - L3).
- Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- Los instrumentos utilizados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

  
 A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian José Arroyave Torres  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 174630



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUL - 2022  
Fecha de Ensayo : 14/11/2022

Calicata : C 02  
Muestra : Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE Nº		7			1			5					
CAPAS Nº		5			5			5					
Nº DE GOLPES POR CAPA		56			25			12					
CONDICION DE MUESTRA		SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA			
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)		11,413		11,491	11,976		12,082	11,925		12,127			
PESO DEL MOLDE (g)		6,752		6,752	7,451		7,451	7,636		7,636			
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)		4,661		4,739	4,525		4,631	4,289		4,491			
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )		2,285		2,285	2,304		2,304	2,302		2,302			
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )		2.04		2.07	1.96		2.01	1.86		1.95			
TARA Nº		21		15	3		65	69		74			
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)		124.19		140.60	147.34		136.08	143.17		160.52			
PESO TARA + SUELO SECO (g)		115.45		129.93	137.32		124.97	135.65		146.53			
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)		8.74		10.67	10.02		11.11	7.52		13.99			
PESO DE TARA (g)		68.46		76.34	84.64		72.26	95.35		86.97			
PESO DE SUELO SECO (g)		46.99		53.59	52.68		52.71	40.3		59.56			
HUMEDAD (%)		18.60%		19.91%	19.02%		21.08%	18.66%		23.49%			
DENSIDAD SECA		1.72		1.73	1.65		1.66	1.57		1.58			
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
14 Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
15-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	6.090	6.090	5.24	6.190	6.190	5.32	6.260	6.260	5.38		
16-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.230	7.230	6.22	7.160	7.160	6.16	7.400	7.400	6.36		
17-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	7.980	7.980	6.86	8.400	8.400	7.22	8.150	8.150	7.01		
18-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	9.040	9.040	7.77	9.170	9.170	7.88	9.620	9.620	8.27		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 5			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		46.40	102.1	34.00		38.20	84	28.00		28.20	51	17.00	
0.040		96.80	213.0	71.00		79.10	174	58.00		47.70	104.9	35.00	
0.060		141.80	312.0	104.00		114.50	251.9	84.00		69.50	152.9	51.00	
0.080		185.50	408.1	136.00		150.00	330	110.00		90.00	198	66.00	
0.100	1000	231.80	510.0	170.00	17.00	188.20	414	138.00	13.80	113.20	249	83.00	8.30
0.200	1500	377.70	830.9	277.00		306.80	675	225.00		184.10	405	135.00	
0.300		480.00	1056	352.00		390.00	858	286.00		234.50	515.9	172.00	
0.400		533.20	1173	391.00		422.50	931	317.00		271.40	597.1	199.00	
0.500		579.50	1274.9	425.00		470.50	1035.4	345.00		283.60	623.9	208.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Dr. Miguel Armijo  
Ingeniero Mecánico  
REG. CIP Nº 124530



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

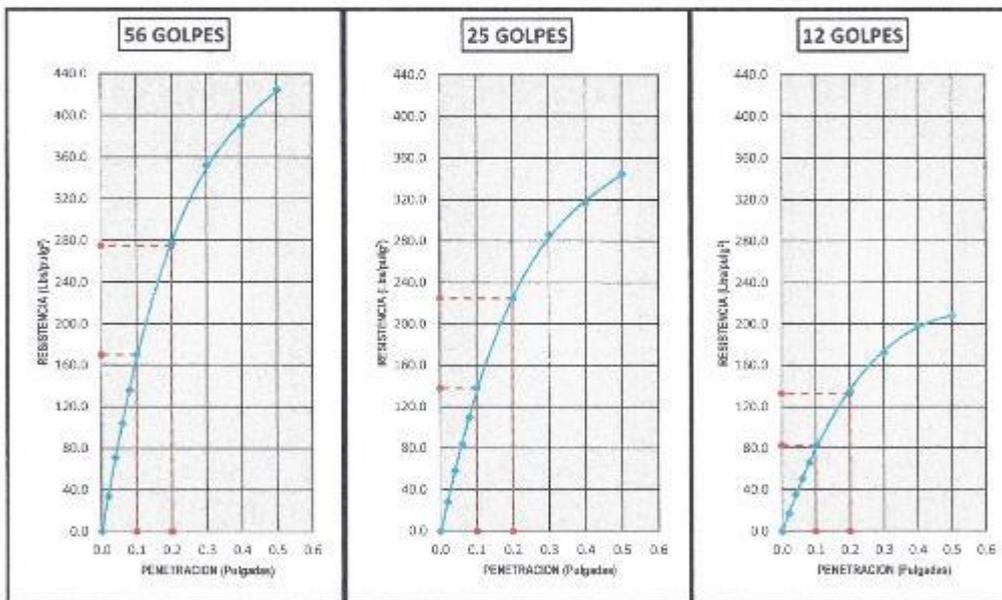
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 14/11/2022

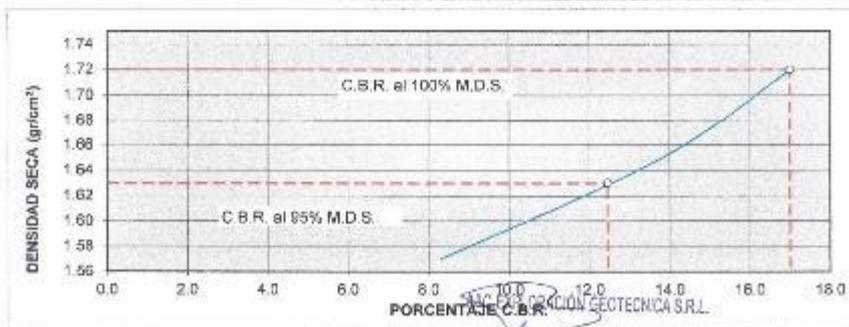
Calicata: C 02  
Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	17.00
Humedad Óptima (%)	18.60%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	12.45



Carga (1<sup>o</sup>): 120 lbs/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 275 lbs/pulg²    Carga (3<sup>o</sup>): 138 lbs/pulg²    Carga (4<sup>o</sup>): 775 lbs/pulg²    Carga (5<sup>o</sup>): 89 lbs/pulg²    Carga (6<sup>o</sup>): 120 lbs/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Christina Miquel Aramayo*  
INGENIERO SUPERIOR  
MPS. CIP. 100.000.000

**Anexo 10. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 2 + CBC% + YUTE%**

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE - 167	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 10/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.5	62.8		
Temperatura ambiente (°C)	23.3	23.5		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.23	76.64		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.65	738.88		
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.5		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99921		
Gravedad Específica (G20°C)	2.56	2.56		
Promedio	2.56			

Observaciones :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Miguel Arroyave  
 Ingeniero Civil  
 R.O.C. N° 174330

Página 75 de 157

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 30/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Píñon	Manual	Calicata	C. 07	Clasif. SUCS (*)
Método empleado	A			Material	T.N. + 5% Bagazo + 0.75% Yute	Humedad (*) ---

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5565	5731	5739
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1779	1945	1953
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.875	2.050	2.058
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		20	15	15
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	603.32	550.76	606.52
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	546.12	491.85	544.10
Masa de Tara	(g)	112.95	103.85	180.95
Masa del Agua	(g)	57.2	58.91	62.72
Masa del Suelo Seco	(g)	433.77	388	363.15
Contenido de Agua	(%)	13.20	15.20	17.30
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.656	1.780	1.754
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.24	17.46	17.20
Peso Unitario Seco	(lbf/pie <sup>3</sup> )	103.38	111.17	109.50



Peso unitario seco máximo	111.50 lbf/pie <sup>3</sup>
	17.52 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.786 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.56
------------------------------------	------

Página 48 de 357

**Observaciones :**

- \* Revisar el Factor de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad según el NTP 339.141.
- \*\* Ensayo realizado por el NTP 339.131 (1999) (Rev. 2019), a través del método seco.
- \*\*\* Los métodos indicados en los datos experimentales por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristóbal J. ...  
 INGENIERO SUPERIOR  
 INEEL N° 174530



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 14/11/2022

Muestra: Natural – 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	3		4		6	
CAPAS N°	5		5		3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,590	12,676	12,179	12,787	11,502	11,718
PESO DEL MOLDE (g)	7,464	7,464	7,568	7,568	6,972	6,972
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5126	5212	4611	4719	4530	4746
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,468	2,468	2,302	2,302	2,379	2,379
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.11	2	2.05	1.9	1.99
TARA N°	41	5	32	26	98	54
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	132.82	129.32	145.48	131.79	118.93	148.97
PESO TARA + SUELO SECO (g)	125.29	119.03	136.82	122.04	112.44	136.51
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.53	9.29	8.66	9.75	6.49	12.46
PESO DE TARA (g)	78.32	65.46	84.16	69.35	72.16	76.97
PESO DE SUELO SECO (g)	46.97	53.57	52.66	52.69	40.3	59.54
HUMEDAD (%)	16.03%	17.34%	16.45%	18.50%	16.11%	20.93%
DENSIDAD SECA	1.79	1.80	1.72	1.73	1.64	1.65

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
14-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
15-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	6.750	6.750	5.80	7.120	7.120	6.12	7.240	7.240	6.23
16-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.480	7.480	6.43	7.290	7.290	6.27	7.680	7.680	6.60
17-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	8.160	8.160	7.02	8.360	8.360	7.19	8.800	8.800	7.57
18-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	9.350	9.350	8.04	9.680	9.680	8.32	9.900	9.900	8.51

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 3				MOLDE N° 4				MOLDE N° 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		27.30	60.1	20.00		21.80	48	16.00		13.60	29.9	10.00	
0.040		57.30	126.1	42.00		46.40	102.1	34.00		27.30	60.1	20.00	
0.060		83.20	183.0	61.00		66.80	147	49.00		40.90	90	30.00	
0.080		109.10	240.0	80.00		88.60	194.9	65.00		53.20	117	39.00	
0.100	1000	136.40	300.1	100.00	10.00	110.50	243.1	81.00	8.10	66.80	147	49.00	
0.200	1500	222.30	489.1	163.00		180.00	396	132.00		109.10	240	80.00	
0.300		282.30	621.1	207.00		229.10	504	158.00		137.70	302.9	101.00	
0.400		313.60	689.9	230.00		259.60	569	176.00		160.90	354	118.00	
0.500		340.90	750.0	250.00		276.80	609	193.00		167.70	368.9	123.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Cristina Miguel Arroyave  
Ingeniero Geotécnico  
RUC: 101001799370

Página 02 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

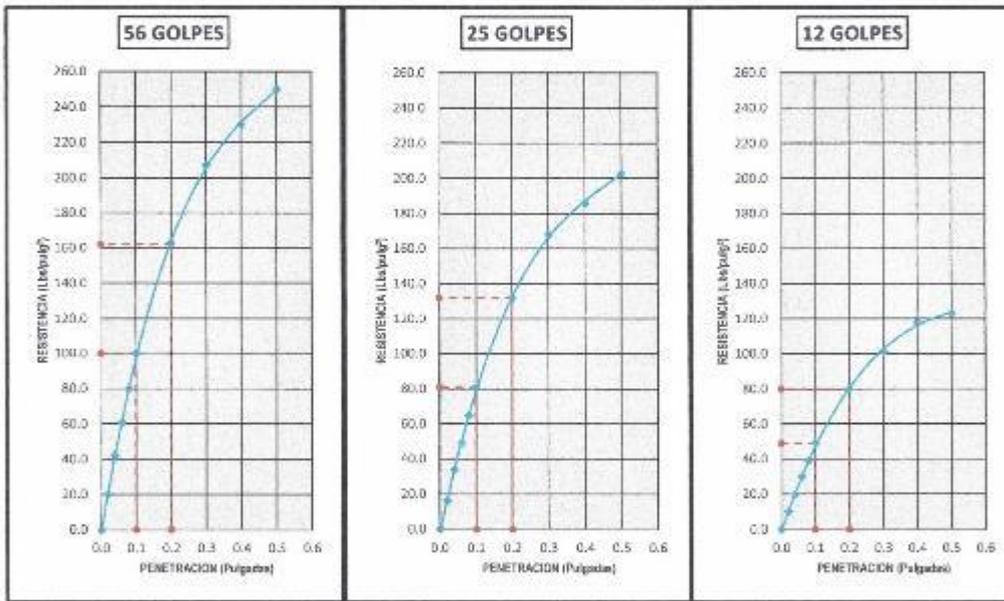
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 14/11/2022

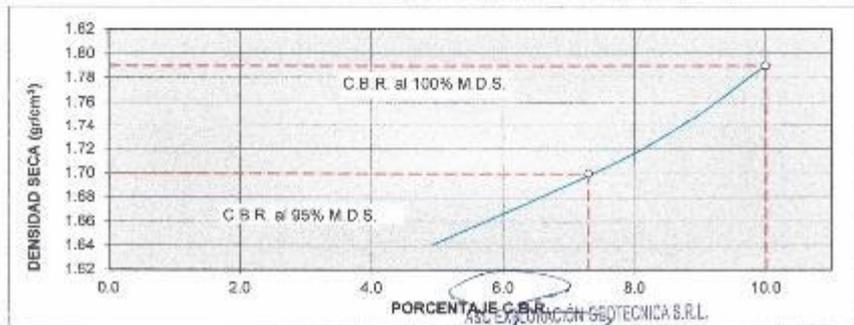
Calicata: C - 02  
Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	10.00
Humedad Óptima (%)	16.03%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	7.30



Carga (1<sup>o</sup>): 300 lbs/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 1620 lbs/pulg²    Carga (1<sup>o</sup>): 80 lbs/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 4320 lbs/pulg²    Carga (1<sup>o</sup>): 49 lbs/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 2450 lbs/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC Exploración Geotécnica S.R.L.  
Ingeniero Supervisor  
[Signature]

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Calentamiento Acreditado Registro N° LE-187	
Código : L-G-013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 11/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	62.9	63.5	
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.1	
N° Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	77.16	75.98	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.98	738.31	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.5	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99921	
Gravedad Específica (G20°C)	2.54	2.54	
Promedio	2.54		

Observaciones :

---



---



---

  
A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
INGENIERO SUPERIOR



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01**



Registro N° 187

Código : I - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

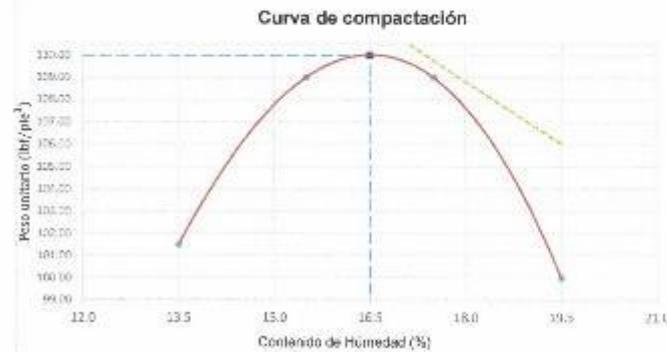
O. de Trabajo : ABC - 043 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 11/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C. 02	Coeff. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	T.N. + 10% Bagazo + 1.00% Yuta	Humedad (*)	

**ENSAYO DE COMPACTACION**

Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5540	5706	5736	5602
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1754	1920	1950	1816
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.848	2.023	2.055	1.914
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
N° Tara		2	13	51	41
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	594.35	746.32	562.66	694.35
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	538.26	659.12	494.02	594.98
Masa de Tara	(g)	124.16	98.65	102.35	85.19
Masa del Agua	(g)	56.09	87.2	68.64	99.37
Masa del Suelo Seco	(g)	414.1	560.47	391.67	509.79
Contenido de Agua	(%)	13.50	15.60	17.50	19.50
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.628	1.750	1.740	1.602
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.07	17.16	17.15	15.71
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	101.63	109.25	109.19	100.01



Peso unitario seco máximo	110.00 lb/ft <sup>3</sup>
	17.28 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.762 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

<b>Método A</b>		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

<b>Método B</b>		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

<b>Método C</b>		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.54
------------------------------------	------

Página 49 de 157

**Observaciones** : <sup>(\*)</sup> Referir al Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AS/M - 2 4716 - 11).  
<sup>(\*)</sup> Ensayo mal visto por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
<sup>(\*)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Calle Huancavelica 1000 - Lima  
INGENIERO QUÍMICO  
REG. CIP. N° 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.P.A.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	2		7		1	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,405	17,487	11,267	11,375	11,776	11,983
PESO DEL MOLDE (g)	7,600	7,600	6,752	6,752	7,451	7,451
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4805	4887	4515	4623	4325	4532
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,343	2,343	2,285	2,285	2,304	2,304
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.09	1.98	2.02	1.88	1.97
TASA N°	32	12	14	15	84	9
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	124.39	145.30	135.73	145.05	131.44	161.65
PESO TARA + SUELO SECO (g)	116.62	135.74	126.80	135.03	124.75	148.89
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.77	9.56	8.93	10.02	6.69	12.76
PESO DE TARA (g)	69.64	82.16	74.13	82.33	84.46	89.34
PESO DE SUELO SECO (g)	46.98	53.58	52.67	52.7	40.3	59.55
HUMEDAD (%)	16.54%	17.84%	16.95%	19.01%	16.60%	21.43%
DENSIDAD SECA	1.76	1.77	1.69	1.7	1.61	1.62

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
15-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
16-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	5.390	5.390	4.69	5.460	5.460	4.69	5.900	5.900	5.07
17-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	6.050	6.050	5.20	6.160	6.160	5.30	6.230	6.230	5.36
18-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	7.170	7.170	6.17	7.290	7.290	6.27	7.370	7.370	6.34
19-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	7.680	7.680	6.60	7.790	7.790	6.70	8.120	8.120	6.98

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 2				MOLDE N° 7				MOLDE N° 1			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		32.70	71.9	34.00		27.30	60.1	30.00		16.40	36.1	12.00	
0.040		68.20	150.0	50.00		55.90	123	41.00		34.20	75	25.00	
0.060		99.50	218.9	73.00		81.80	180	60.00		49.10	108	36.00	
0.080		130.90	288.0	96.00		106.40	234.1	78.00		64.10	141	47.00	
0.100	1000	163.60	359.9	120.00	12.00	133.60	293.9	98.00	9.80	80.50	177.1	59.00	5.80
0.200	1500	267.30	588.1	196.00		218.20	480	160.00		130.90	288	96.00	
0.300		338.20	744	248.00		276.80	609	203.00		166.40	366.1	122.00	
0.400		376.40	828.1	276.00		300.80	675	225.00		183.60	425.9	142.00	
0.500		409.10	900.0	300.00		334.10	735	245.00		201.80	444	148.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - OAS

Cristian Miguel Arrascalegui Brown  
REG. CIP. N° 174530

Página 64 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUF - 2022

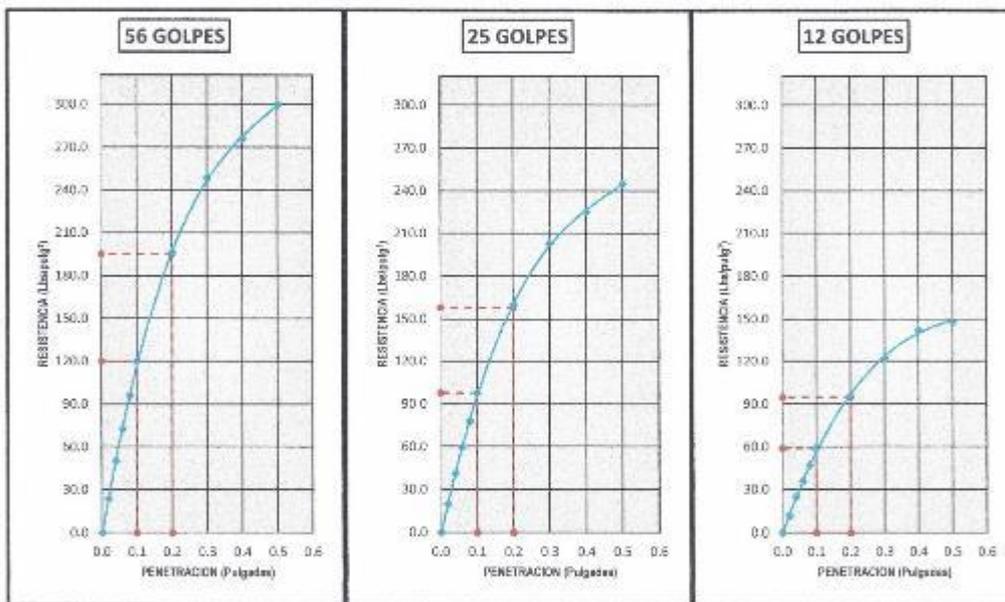
Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

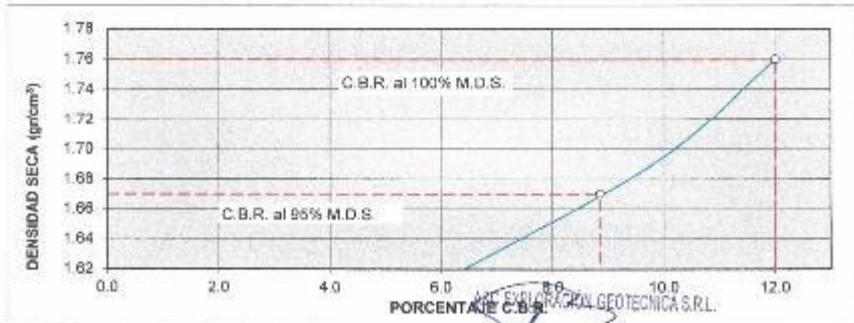
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	12.00
Humedad Óptima (%)	16.54%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	8.85



Carga (1<sup>o</sup>): 130lb/pulg<sup>2</sup>      Carga (2<sup>o</sup>): 195lb/pulg<sup>2</sup>      Carga (1<sup>o</sup>): 98lb/pulg<sup>2</sup>      Carga (2<sup>o</sup>): 138lb/pulg<sup>2</sup>      Carga (1<sup>o</sup>): 50lb/pulg<sup>2</sup>      Carga (2<sup>o</sup>): 95lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Las métricas indicadas no han sido acreditadas por el INACAL - DA

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Cristina Miguel Arroyavegui Basso  
Ingeniera en Geotecnia  
R.C. CIP 46124530

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 11/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.4	63.2		
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.5		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.64	76.98		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.34	738.52		
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.5		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99921		
Gravedad Específica (G20°C)	2.51	2.51		
Promedio	2.51			

Observaciones :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

  
A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Miguel Arguedas Orsua  
INGENIERO SUPERIOR  
REG. CIP. N° 17999

Página 77 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01**



Registro N° 16 - 187

Código : L - G - 015 Fecha : 29/04/2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

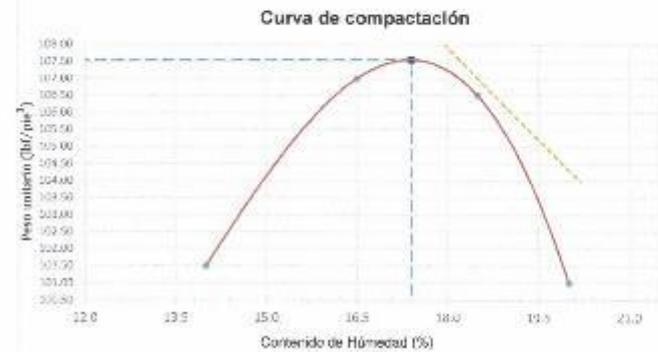
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 11/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pisón	Manual	Calicata	C. 02	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A.			Material	T.N. + 15% Bagazo + 1.25% Yura	Humedad (%)	---

**ENSAYO DE COMPACTACION**

Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5546	5674	5698	5634
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1760	1888	1912	1848
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.855	1.989	2.015	1.947
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>					
N° Tara		21	22	71	12
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	389.78	620.83	558.24	541.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	348.35	541.68	484.02	461.23
Masa de Tara	(g)	55.78	55.79	79.84	64.88
Masa del Agua	(g)	41.43	79.15	74.22	79.93
Masa del Suelo Seco	(g)	292.57	485.89	404.18	396.35
Contenido de Agua	(%)	14.20	16.30	18.40	20.20
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.624	1.710	1.702	1.620
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.93	16.77	16.69	15.89
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	101.58	106.75	106.25	101.13



Peso unitario seco máximo	107.50 lb/ft <sup>3</sup>
	16.89 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.722 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

<b>Método A</b>		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

<b>Método B</b>		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

<b>Método C</b>		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.51
------------------------------------	------

Página 50 de 157

**Observaciones**

- Realizar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de humedad (ASTM - D-1558 - 13)
- Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - ON.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Cristian Alejandro Arzamendi Broun  
Ingeniero Geotécnico  
REG. CIV. N° 174539

 A&C Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR</b>			
	<b>NTP 339.145 (*)</b>			
<b>Código</b> : LAB - G - 014	<b>Fecha</b> : 30 - 07 - 2020	<b>Versión</b> : 01	<b>Página</b> : 01 de 01	

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 15/11/2022

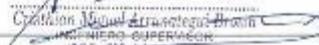
Calicata: C - 02  
 Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.						
NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE Nº	3		5		4	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,432	12,516	12,097	12,203	11,798	12,001
PESO DEL MOLDE (g)	7,464	7,464	7,636	7,636	7,567	7,567
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,968	5,052	4,461	4,567	4,231	4,434
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,468	2,468	2,302	2,302	2,302	2,302
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.01	2.05	1.94	1.98	1.84	1.93
TARA Nº	1	17	84	33	79	65
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	129.04	132.01	146.02	137.31	142.68	160.06
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.04	122.18	136.83	127.03	135.79	147.01
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8	9.83	9.19	10.28	6.89	13.05
PESO DE TARA (g)	74.06	68.60	84.16	74.33	95.50	87.46
PESO DE SUELO SECO (g)	46.98	53.58	52.67	52.7	40.3	59.55
HUMEDAD (%)	17.03%	18.35%	17.48%	19.51%	17.10%	21.91%
DENSIDAD SECA	1.72	1.73	1.65	1.66	1.57	1.58

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
15-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	6.000			6.000			6.000		0.000
16-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	5.390	5.390	4.68	5.490	5.490	4.72	5.840	5.840	5.02
17-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	6.170	6.170	5.31	6.390	6.390	5.49	7.090	7.090	6.10
18-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	6.590	6.590	5.67	7.250	7.250	6.23	7.420	7.420	6.38
19-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	7.080	7.080	6.09	7.650	7.650	6.58	7.820	7.820	6.72

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 3				MOLDE Nº 5				MOLDE Nº 4			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		%	Lectura	lbs		lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura
0.020		45.00	90	33.00		36.80	81	27.00		23.80	48	16.00	
0.040		92.70	203.9	68.00		75.00	165	55.00		45.00	99	33.00	
0.060		135.00	297.0	99.00		110.50	243.1	81.00		66.80	147	49.00	
0.080		177.30	390.1	130.00		144.50	317.9	106.00		87.30	192.1	64.00	
0.100	1000	222.30	489.1	163.00	16.30	181.40	399.1	133.00	13.30	109.10	240	80.00	8.00
0.200	1500	362.70	797.9	266.00		295.00	651	217.00		177.30	380.1	130.00	
0.300		459.50	1010.9	337.00		375.00	825	275.00		226.40	498.1	166.00	
0.400		511.40	1125.1	375.00		417.30	918.4	306.00		261.80	576	192.00	
0.500		556.40	1224.1	408.00		454.10	999	333.00		272.70	598.9	200.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - O&A

  
 Cristian Miguel Estratega Brown  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. Nº 111.175.000



ABC Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

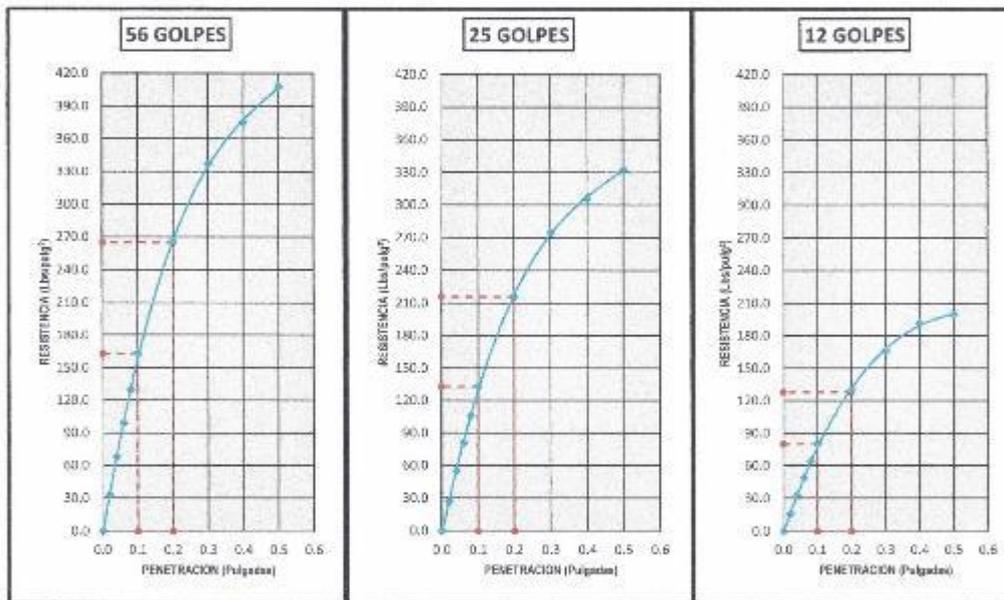
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 15/11/2022

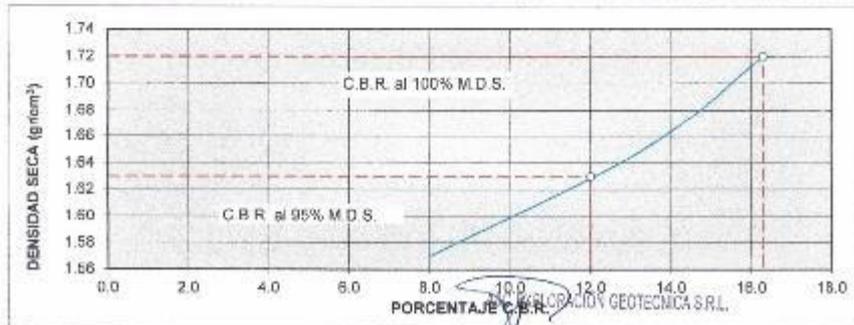
Calicata: C - 02  
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	16.30
Humedad Óptima (%)	17.03%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	12.00



Carga (1°): 368lb/inpulg<sup>2</sup>    Carga (2°): 265lb/inpulg<sup>2</sup>    Carga (3°): 133lb/inpulg<sup>2</sup>    Carga (4°): 716lb/inpulg<sup>2</sup>    Carga (1°): 50lb/inpulg<sup>2</sup>    Carga (2°): 128lb/inpulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.  
INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.  
R.C. CAT. N° 144350

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 11/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
Método Seco  
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 02	C - 02		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	62.9	63.1		
Temperatura ambiente (°C)	23.5	23.2		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.35	77.02		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.05	738.46		
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.4		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99924		
Gravedad Especifica (G20°C)	2.50	2.50		
Promedio	2.50			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
**Cristian Manuel Argente Aguiar**  
 INGENIERO SUPERIOR  
 N.º 111111-111111

 <p>ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado</p> <p>Registro N° 15-187</p>				
	Código	L - G - 015		Fecha	29/04/2020	Versión	01

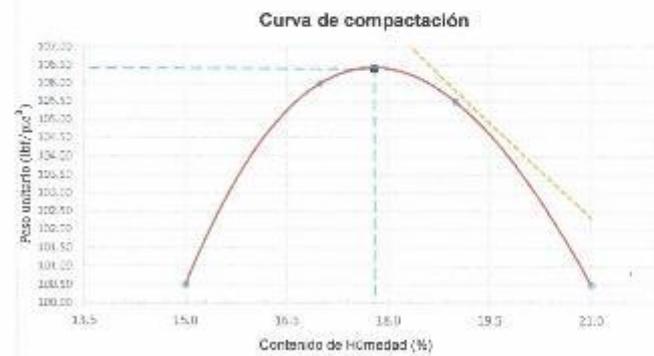
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : ABC - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 11/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>)  
 NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pídon	Manual	Calicata	C - 02	Coeff. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	T.N. + 20% Bagazo + 1.50% Yute	Humedad (*)	---

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5546	5674	5698
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1760	1888	1912
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.855	1.989	2.015
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		5	17	41
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	648.35	748.33	659.34
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	376.46	649.55	570.11
Masa de Tara	(g)	98.65	74.15	102.35
Masa del Agua	(g)	71.89	98.68	89.23
Masa del Suelo Seco	(g)	477.81	575.5	467.76
Contenido de Agua	(%)	15.00	17.10	19.10
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.613	1.699	1.692
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.82	16.55	16.59
Peso Unitario Seco	(lbf/ft <sup>3</sup> )	100.70	106.07	105.63



Peso unitario seco máximo	106.50 lbf/ft <sup>3</sup>
	16.73 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.705 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	18.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	265	7%
Masa Total (kg)	3772	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" > 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.5
------------------------------------	-----

Página 51 de 357

**Observaciones** : <sup>(\*)</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (S.M. 0 4738 15).  
<sup>(\*)</sup> Energía modificada por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.  
<sup>(\*)</sup> Los métodos de ensayos en los que están acreditados por el INACAL DA.

  
 ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Claudio Alvarado Zúñiga  
 Ingeniero Geotécnico  
 Reg. CIP. N° 174530



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 02

Fecha de Ensayo : 15/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	1		7		2	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12.100	12.179	11.189	11.295	11.916	12.122
PESO DEL MOLDE (g)	7.451	7.451	6.752	6.752	7.600	7.600
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4.649	4.728	4.437	4.543	4.316	4.522
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2.304	2.304	2.285	2.285	2.343	2.343
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.05	1.94	1.99	1.84	1.93
TARA N°	34	51	23	69	68	74
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	142.92	158.30	144.56	139.85	117.75	143.19
PESO TARA + SUELO SECO (g)	134.46	147.95	134.85	129.06	110.47	129.55
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.46	10.35	9.71	10.79	7.28	13.64
PESO DE TARA (g)	87.46	94.35	82.16	76.34	70.16	69.98
PESO DE SUELO SECO (g)	47	53.6	52.69	52.72	40.3	59.57
HUMEDAD (%)	18.00%	19.31%	18.43%	20.47%	18.06%	22.90%
DENSIDAD SECA	1.71	1.72	1.64	1.65	1.56	1.57

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
15-Nov	4.00 p.m.	3 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
16-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	6.750	6.750	5.80	7.090	7.090	6.10	7.160	7.160	6.16
17-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.120	7.120	6.12	7.210	7.210	6.20	7.410	7.410	6.37
18-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	7.260	7.260	6.24	7.370	7.370	6.34	7.490	7.490	6.44
19-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	7.530	7.530	6.47	7.780	7.780	6.69	8.060	8.060	6.53

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1				MOLDE N° 7				MOLDE N° 2			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		56.50	139.9	40.00		45.00	99	33.00		17.30	60.1	20.00	
0.040		114.50	251.9	84.00		92.70	203.9	68.00		55.90	123	41.00	
0.060		167.70	368.9	123.00		135.00	297	99.00		81.80	180	50.00	
0.080		219.50	482.9	161.00		177.30	390.1	130.00		106.40	234.1	78.00	
0.100	1000	274.10	603.0	201.00	20.10	227.30	489.1	163.00	16.30	133.60	293.9	98.00	9.80
0.200	1500	447.30	984.1	328.00		362.70	797.9	256.00		218.20	480	160.00	
0.300		567.30	1248.1	416.00		459.50	1010.9	337.00		276.80	609	203.00	
0.400		690.00	1386	462.00		511.50	1125.1	375.00		320.50	705.1	235.00	
0.500		685.90	1509.0	503.00		556.40	1221.1	408.00		334.10	735	245.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.  
INGENIERO RESPONSABLE  
SOS. CIR. N° 174530

Página 68 de 157



ABC Esquidón Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

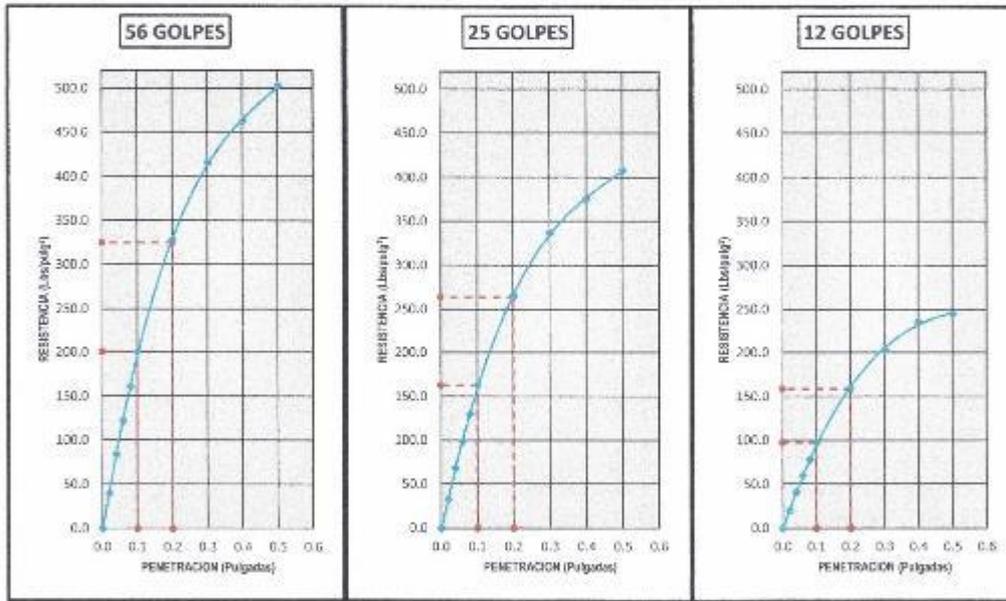
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 15/11/2022

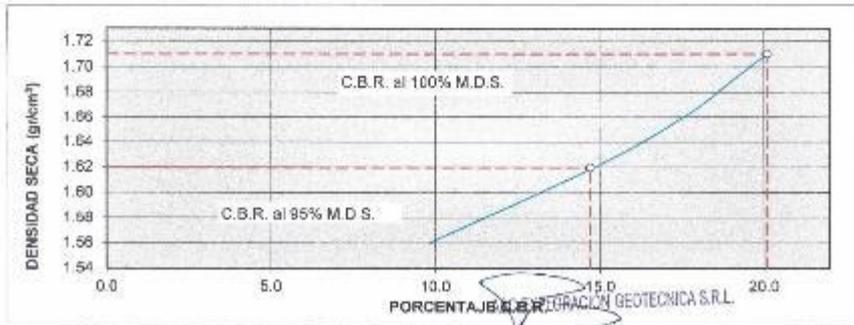
Calicata: C - 02  
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	20.10
Humedad Óptima (%)	18.00%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	14.70



Carga (1<sup>o</sup>): 200 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 325 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 168 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 264 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 98 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 159 lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Roberto Manuel Arruñadeta Basso*  
INGENIERO SUPERIOR  
Ces. CIP. N° 174339

### Anexo 11. Ensayo Físico – Mecánicas del Suelo Patrón 3

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b> <b>NTP 339.128</b> <b>1999 Rev. 01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Masas Acreditado Registro M.L.E - 187	
Código : LAB - G - 002	Fecha : 29 - 04 - 2022	Versión : 01	Página : 01 de 01

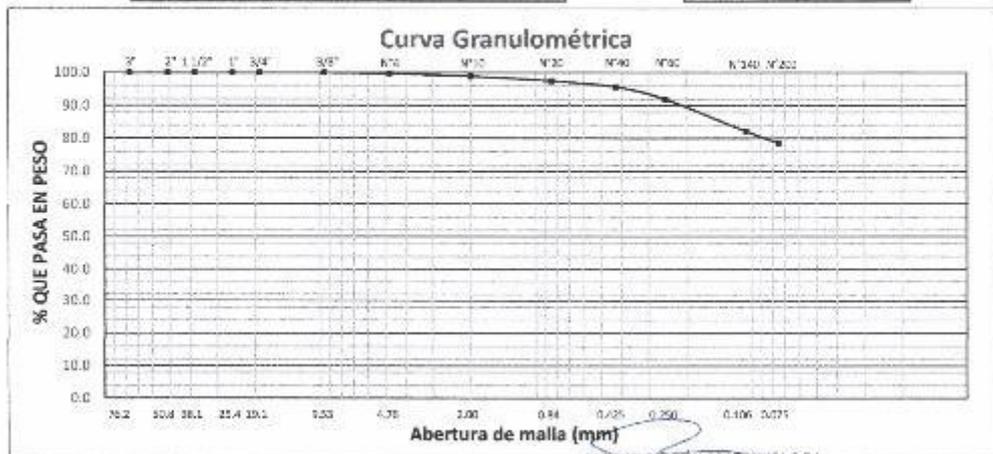
**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

D. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
ABERTURA DE MALLA		MASA RETENIDA (g.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA		
(Pulg.)	(mm)					Muestra Inicial (g.)	:
3"	76.200	---	---	---	100.0	Fracción fina (g.)	---
2"	50.800	---	---	---	100.0	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
1 1/2"	38.100	---	---	---	100.0	% Bolones (75 - 300 mm)	---
1"	25.400	---	---	---	100.0	% Gravas (4.75 - 75 mm)	0.4
3/4"	19.050	---	---	---	100.0	% Arenas (0.075 - 4.75 mm)	21.1
3/8"	9.525	---	---	---	100.0	% Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm)	0.8
N° 4	4.760	1.25	0.4	0.4	99.6	% Arena media (2.00 - 0.42 mm)	3.3
N° 10	2.000	2.64	0.8	1.1	98.9	% Arena fina (2.00 - 0.42 mm)	17.1
N° 20	0.840	5.16	1.5	2.6	97.4	% Limos y arcillas (<0.075 mm)	78.5
N° 40	0.425	6.32	1.8	4.4	95.6	Diámetro efectivo D60 (mm)	---
N° 60	0.250	13.05	3.7	8.1	91.9	Diámetro efectivo D30 (mm)	---
N° 140	0.106	34.15	9.8	17.9	82.1	Diámetro efectivo D10 (mm)	---
N° 200	0.075	12.68	3.6	21.5	78.5	Coefficiente de uniformidad (Cu)	---
< N° 200	FONDO	274.75	78.5	100.0	0.0	Coefficiente de curvatura (Cc)	---

Limite Líquido (%)	38.0
Limite Plástico (%)	23.0
Índice de Plasticidad (%)	15.0
SUCS(*)	Arilla de baja plasticidad con arena

Muestra	C - 03 / M - 01
SUCS(*)	CL
AASHTO(*)	A - 6 (10)
Profundidad	0



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

  
 Inge. Civil N° 174539

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

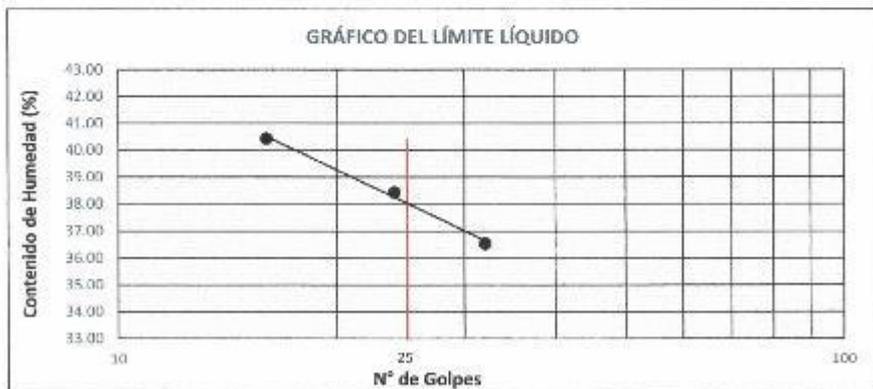
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

**LIMITES DE ATTERBERG**  
**NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019)**

<b>PREPARACIÓN DE LA MUESTRA</b>	Método de preparación húmeda	<b>EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO</b>	Manual
	Tamizado por lavado en el tamiz N°40	<b>EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO</b>	Manual
	Preparación con agua destilada	<b>PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40</b>	4%

DATOS DEL ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de Tara	70	46	25	12	21
N° de Golpes	16	24	32	---	---
Tara + Suelo húmedo (g.)	26.99	30.16	27.46	20.64	18.76
Tara + Suelo seco (g.)	23.15	25.46	23.66	19.41	17.79
Masa del Agua (g.)	3.84	4.70	3.80	1.23	0.97
Masa de la Tara (g.)	13.65	13.23	13.26	13.97	13.49
Masa del Suelo Seco (g.)	9.50	12.23	10.40	5.44	4.30
Porcentaje de Humedad (%)	40.42	38.43	36.54	22.61	22.56



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	38.0
Límite Plástico	23.0
Índice de Plasticidad	15.0

CALICATA	C - 03 / M - 01
Profundidad	m
Clasificación SUCS(*)	CL
Clasificación AASHTO(*)	A-6 (10)

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 79 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

*Cristina Miguel / Marcela Brown*  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. SUP. 45.123456

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N° LE - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

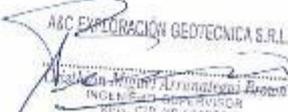
Fecha de ensayo : 17/11/2022

Muestra: Terreno Natural

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 03	C - 03	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.6	62.6	
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.1	
N° Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.45	76.68	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	737.86	737.98	
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.2	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99929	
Gravedad Específica (G20°C)	2.48	2.48	
Promedio	2.48		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
INGRID MARÍA ALVARADO  
INGENIERA SUPERVISOR  
REG. C.O.T. N° 279530

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 17/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) NTP 339.141:1999 [Rev. 2019]**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pésón	Manual	Calicata	C-03	Grav. SUE <sup>(*)</sup>	---
Método empleado	A			Material	TERRENO NATURAL	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	2532	5084	5706	5632
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1746	1898	1920	1866
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.840	2.000	2.023	1.945
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		41	8	45	35
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	754.19	623.35	746.33	798.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	660.01	552.03	649.79	683.24
Masa de Tara	(g)	106.32	89.66	94.64	93.19
Masa del Agua	(g)	74.18	71.32	96.54	114.92
Masa del Suelo Seco	(g)	553.69	462.37	555.15	500.05
Contenido de Agua	(%)	13.40	15.40	17.40	23.50
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.623	1.733	1.723	1.628
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.92	17.00	16.90	15.97
Peso Unitario Seco	(lbf/ft <sup>3</sup> )	101.32	108.19	107.56	101.63



Peso unitario seco máximo	108.50 lbf/ft <sup>3</sup>
	17.04 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.74 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.48
------------------------------------	------

Página 81 de 157

**Observaciones** : <sup>(\*)</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad IASTM - D 4713 - 15A.  
<sup>(\*)</sup> Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.  
<sup>(\*)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arroyavegui Brown  
 Ingeniero Civil  
 C.R.E.S. CIP N° 174779



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Muestra: Terreno natural

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	7		8		4	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,363	11,443	13,900	14,048	11,817	12,020
PESO DEL MOLDE (g)	6,752	6,752	7,646	7,646	7,568	7,568
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4611	4691	6254	6402	4249	4452
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,285	2,285	3,217	3,217	2,302	2,302
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.05	1.94	1.99	1.85	1.93
TARA N°	70	302	33	16	54	19
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	139.18	342.53	150.50	152.81	122.25	153.20
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.66	133.25	141.85	143.07	115.77	140.76
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.52	9.28	8.65	9.74	6.48	12.44
PESO DE TARA (g)	84.66	79.55	89.16	90.35	75.46	81.19
PESO DE SUELO SECO (g)	47	53.6	52.69	52.72	40.3	59.57
HUMEDAD (%)	16.00%	17.31%	16.42%	18.47%	16.08%	20.88%
DENSIDAD SECA	1.74	1.75	1.67	1.68	1.59	1.60

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
21-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
22-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	10.130	10.130	8.71	10.460	10.460	8.99	10.960	10.960	9.42
23-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	12.160	12.160	10.46	12.620	12.620	10.85	13.410	13.410	11.53
24-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	13.860	13.860	11.92	14.390	14.390	12.37	1.050	1.050	0.90
25-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	15.570	15.570	13.39	16.290	16.290	14.01	16.780	16.780	14.43

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 7				MOLDE N° 8				MOLDE N° 4			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		17.70	39.9	13.00		15.00	33	11.00		8.20	18	6.00	
0.040		38.20	84.0	28.00		31.40	69.1	23.00		17.70	38.9	13.00	
0.060		54.50	119.9	40.00		45.00	99	33.00		27.30	60.1	20.00	
0.080		72.30	159.1	53.00		58.60	128.9	43.00		35.50	78.1	26.00	
0.100	1000	90.00	198.0	66.00	6.60	73.60	161.9	54.00	5.40	43.60	95.9	32.00	3.20
0.200	1500	147.30	324.1	108.00		120.00	264	88.00		70.90	156	52.00	
0.300		186.80	411	137.00		152.70	335.9	112.00		90.00	198	66.00	
0.400		207.30	456.1	152.00		184.10	405	135.00		105.00	231	77.00	
0.500		225.00	495.0	165.00		184.10	405	135.00		109.10	240	80.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Miguel Acosta  
Ingeniero SUPERVISOR  
INACAL - DA

Página 90 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

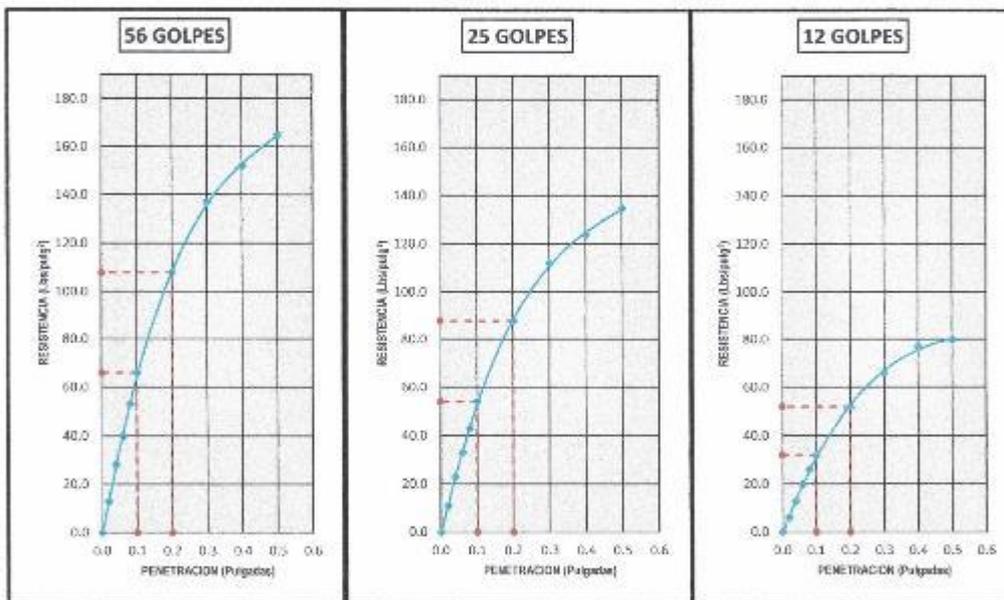
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Muestra: Terreno natural

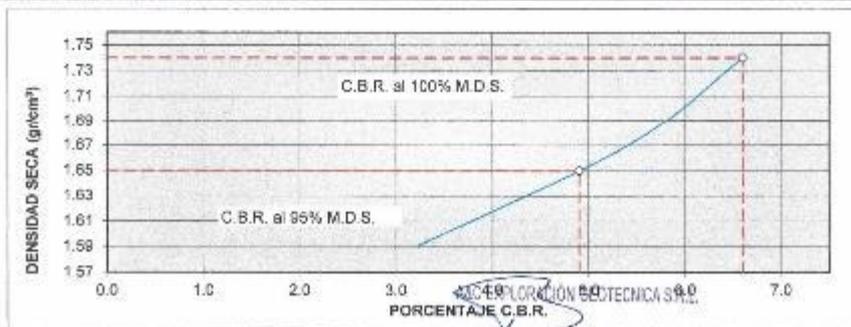
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	C.B.R. al 100% de M.D.S. [%]	6.60
Humedad Óptima (%)	16.00%	C.B.R. al 95% de M.D.S. [%]	4.90



Carga (1°): 44lb/pulg²    Carga (2°): 100lb/pulg²    Carga (1°): 54-65lb/pulg²    Carga (2°): 82lb/pulg²    Carga (1°): 32lb/pulg²    Carga (2°): 32lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristina Miguel Arrimategui Bogdan*  
INGENIERO EN GEOTECNIA  
N° 124433

## Anexo 12. Ensayos Mecánicos del Suelo Patrón 3 + CBC%

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado</p> <p>Registro N° LE - 187</p>
	Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	

### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de ensayo : 17/11/2022 Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 03	C - 03	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.7	62.9	
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.5	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.56	75.64	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.78	738.16	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.1	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99931	
Gravedad Específica (G20°C)	2.55	2.55	
Promedio	2.55		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
**Cristian Daniel Arango**  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. CIP. Nº 174933

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 17/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmeda	Tipo de Pisón	Manual	Calicata	C - 03	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natura + 5% Bagazo	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5579	5716	5752	5671
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1793	1930	1966	1885
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.889	2.034	2.072	1.986
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		20	13	1	14
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		648.32	746.97	698.66	676.31
Masa Suelo Seco + Tara (g)		584.01	639.10	606.23	537.69
Masa de Tara (g)		94.16	77.64	89.65	74.18
Masa del Agua (g)		64.31	87.87	89.43	88.62
Masa del Suelo Seco (g)		489.85	581.46	519.58	463.51
Contenido de Agua (%)		13.10	15.10	17.20	19.10
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.670	1.767	1.768	1.668
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		16.38	17.33	17.34	16.36
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		104.25	110.31	110.37	104.13



Peso unitario seco máximo	111.00 lb/ft <sup>3</sup> 17.44 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.78 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup> (lb/ft <sup>3</sup> )	---
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	---
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup> (%)	---

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.55
------------------------------------	------

Página 82 de 157

**Observaciones** : <sup>(\*)</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (NORM - E - 0718 - 15).  
<sup>(\*)</sup> Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
<sup>(\*)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Creador del Método Acreditado  
 INACAL DA SUPERVISOR  
 REG. CIR. N° 174510



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Calicata: C - 08  
Muestra: Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	1		5		2	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,211	12,292	12,219	12,330	12,035	12,246
PESO DEL MOLDE (g)	7,451	7,451	7,636	7,636	7,600	7,600
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,760	4,841	4,583	4,694	4,435	4,646
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,304	2,304	2,302	2,302	2,343	2,343
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.10	1.99	2.04	1.89	1.98
TARA N°	1	20	12	13	24	41
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	129.51	149.53	151.98	141.11	115.27	150.63
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.97	140.23	143.31	131.35	108.78	138.16
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.54	9.3	8.67	9.76	6.49	12.47
PESO DE TARA (g)	74.99	86.65	90.64	78.65	68.49	78.61
PESO DE SUELO SECO (g)	46.98	53.58	52.67	52.7	40.3	59.55
HUMEDAD (%)	16.05%	17.36%	16.46%	18.52%	16.11%	20.94%
DENSIDAD SECA	1.78	1.79	1.71	1.72	1.63	1.64

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
21-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
22-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	10.350	10.350	8.90	10.460	10.460	8.99	10.860	10.860	9.34
23-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	11.460	11.460	9.85	11.620	11.620	9.99	11.970	11.970	10.29
24-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	13.500	13.500	11.61	13.800	13.800	11.87	13.990	13.990	12.03
25-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	14.760	14.760	12.60	14.690	14.690	12.63	14.860	14.860	12.78

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 1				MOLDE N° 5				MOLDE N° 2			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		35.50	78.1	26.00		28.60	62.9	21.00		17.70	39.9	18.00	
0.040		73.60	161.9	54.00		60.00	132	44.00		35.50	78.1	26.00	
0.060		107.70	236.9	79.00		87.30	192.1	64.00		51.80	114	38.00	
0.080		140.50	309.1	103.00		114.50	251.9	84.00		68.20	150	50.00	
0.100	1000	175.90	387.0	129.00	12.90	143.20	315	105.00	10.50	85.90	189	63.00	6.30
0.200	1500	286.40	630.1	210.00		233.20	513	171.00		140.50	309.1	103.00	
0.300		364.10	801	267.00		295.90	651	217.00		177.30	390.1	130.00	
0.400		405.00	891	297.00		380.00	840	242.00		205.90	453	151.00	
0.500		440.50	969.1	323.00		358.60	789.1	263.00		215.90	474.1	158.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. Página 92 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

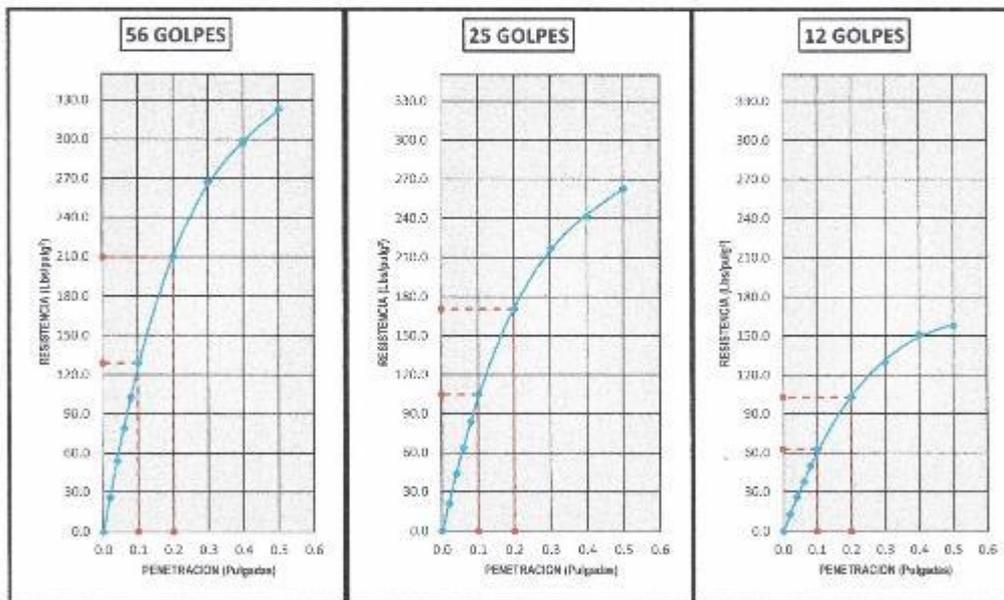
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

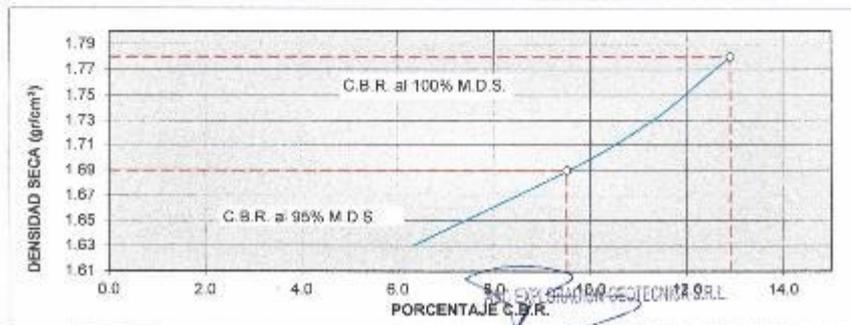
Calicata: C - 03  
Muestra: Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.78	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	12.90
Humedad Óptima (%)	16.05%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.50



Carga (1<sup>o</sup>): 120 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 210 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 300 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 450 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (5<sup>o</sup>): 600 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (6<sup>o</sup>): 900 lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Carolina María Arcecano Brown*  
INGENIERO SUPERVISOR  
REG. CEP N° 17422

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 17/11/2022

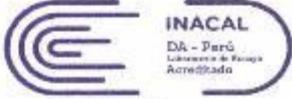
Muestra: Natural + 10% Bagazo

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 03	C - 03		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	67.8	63.6		
Temperatura ambiente (°C)	23.1	23.6		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.64	75.16		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.51	737.71		
Temperatura del agua (°C)	23.4	23.6		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99924	0.99919		
Gravedad Especifica (G20°C)	2.53	2.53		
Promedio	2.53			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arriategui Jimón  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 141450

 A&C Exploración Geotécnica y Medicina de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 107	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2072  
 Fecha de Ensayo : 17/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmido	Tipo de Pláton	Manual	Calicata	C - 03	Cosfco SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	Natura + 10% Bagazo	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION							
Número de molde		2		2		2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5595		5709		5734	5656
Masa del Molde	(g)	3780		3786		3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949		949		949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1779		1923		1948	1870
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.875		2.026		2.053	1.970
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° Tara		4		60		56	18
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	716.32		658.65		813.32	746.55
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	642.64		582.06		704.85	640.56
Masa de Tara	(g)	102.33		94.16		89.66	98.10
Masa del Agua	(g)	73.68		76.59		108.47	105.79
Masa del Suelo Seco	(g)	540.31		487.9		615.19	542.37
Contenido de Agua	(%)	13.60		15.70		17.60	19.50
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.653		1.751		1.746	1.649
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.19		17.17		17.17	16.17
Peso Unitario Seco	(lbf/pie <sup>3</sup> )	103.07		109.31		109.00	102.94



Peso unitario seco máximo	110.00 lbf/pie <sup>3</sup>
	17.28 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.76 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.53
------------------------------------	------

**Observaciones**

<sup>(\*)</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 7318 - 15).

<sup>(\*)</sup> Ensayo realizado según la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.

<sup>(\*)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

  
 Miguel Arturo Rodríguez  
 INGENIERO GEOTÉCNICO  
 Registro N° 174530



ABC Exploras del Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE Nº	4		10		6	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,289	12,370	12,847	12,971	11,440	11,651
PESO DEL MOLDE (g)	7,568	7,568	7,541	7,541	6,972	6,972
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,721	4,802	5,306	5,430	4,468	4,679
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,684	2,684	2,379	2,379
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.09	1.98	2.02	1.88	1.97
TARA Nº	63	26	99	85	46	35
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	135.13	157.64	140.97	149.92	136.37	154.99
PESO TARA + SUELO SECO (g)	127.35	148.07	132.03	139.89	129.67	142.22
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.78	9.57	8.94	10.03	6.7	12.77
PESO DE TARA (g)	80.34	94.46	79.33	87.16	89.35	82.64
PESO DE SUELO SECO (g)	47.01	53.61	52.7	52.73	40.3	59.58
HUMEDAD (%)	16.55%	17.85%	16.96%	19.07%	16.62%	21.43%
DENSIDAD SECA	1.76	1.77	1.69	1.7	1.61	1.62

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
21-Nov	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
22-Nov	4:00 p.m.	24 hrs	8.960	8.960	7.70	9.640	8.29	10.340	10.340	8.89	8.89
23-Nov	4:00 p.m.	48 hrs	10.170	10.170	8.74	11.160	9.60	12.170	12.170	10.46	10.46
24-Nov	4:00 p.m.	72 hrs	11.650	11.650	10.02	12.350	10.62	13.590	13.590	11.69	11.69
25-Nov	4:00 p.m.	96 hrs	12.970	12.970	11.15	14.600	12.55	15.560	15.560	13.38	13.38

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 10				MOLDE Nº 6			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		38.20	84	28.00		31.40	69.1	23.00		19.10	42	14.00	
0.040		80.50	177.1	59.00		65.50	144.1	48.00		39.50	86.9	29.00	
0.060		118.60	260.9	87.00		93.50	210.1	70.00		57.30	126.1	42.00	
0.080		155.50	342.1	114.00		125.50	276.1	92.00		75.00	165	55.00	
0.100	1000	193.60	425.9	142.00	14.20	156.80	345	115.00	11.50	94.10	207	69.00	6.90
0.200	1500	315.00	683.0	231.00		255.00	561	187.00		152.70	335.9	112.00	
0.300		400.90	882	294.00		324.50	713.9	238.00		195.00	429	143.00	
0.400		445.90	981	327.00		361.80	796.0	266.00		226.40	498.1	166.00	
0.500		484.10	1065.0	355.00		392.70	863.0	288.00		235.00	519	173.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 94 de 157

*Cristhian Miguel Acuña*  
INGENIERO SUPERIOR



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

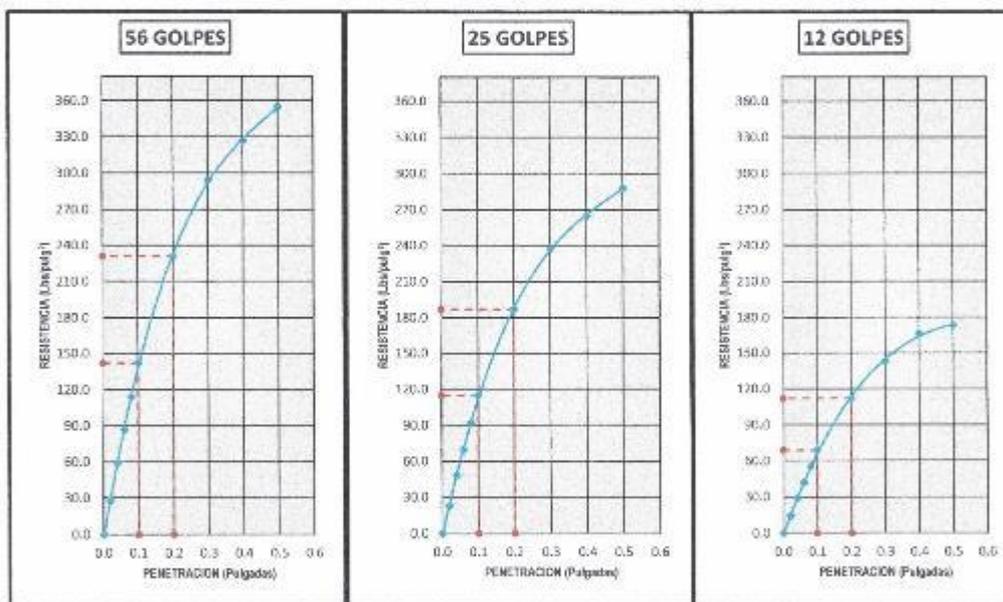
Fecha de Ensayo : 21/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

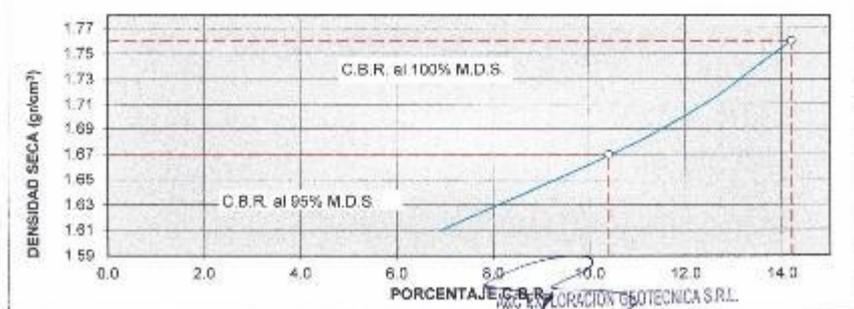
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	14.20
Humedad Óptima (%)	16.55%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	10.40



Carga (L<sup>1</sup>): 142 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (L<sup>2</sup>): 231 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (L<sup>3</sup>): 115 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (L<sup>4</sup>): 187 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (L<sup>5</sup>): 18 lbs/pulg<sup>2</sup> Carga (L<sup>6</sup>): 112 lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

*[Signature]*  
 Cristian J. Oval Arzuaga  
 INGENIERO GEOTÉCNICO  
 REG. Nº 11717

 AAC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA          DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO          RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS          SÓLIDAS DE UN SUELO          NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N.º 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 18/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 03	C - 03	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.6	63.2	
Temperatura ambiente (°C)	23.5	23.1	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	77.46	75.94	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.46	737.53	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.5	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99921	
Gravedad Especifica (G20°C)	2.48	2.48	
Promedio	2.48		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
 Cristian Miguel Arruñada  
 Ingeiero Civil N.º 174230

 A&C Exploración Geotécnica y Métrica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N° LC-187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 18/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmero	Tipo de Píñon	Manual	Calicata	C - 03	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natura + 15% Bagazo	Humedad (%)	---

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5535	5674	5694	5635
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1749	1888	1908	1849
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.843	1.989	2.011	1.948
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		11	77	21	16
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		648.35	785.16	669.26	802.34
Masa Suelo Seco + Tara (g)		579.85	686.05	577.94	681.16
Masa de Tara (g)		94.46	76.64	74.18	82.00
Masa del Agua (g)		68.5	98.51	91.32	121.18
Masa del Suelo Seco (g)		485.39	610.01	503.76	598.56
Contenido de Agua (%)		14.10	16.10	18.10	20.20
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.615	1.713	1.703	1.621
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.84	16.80	16.70	15.90
Peso Unitario Seco (lbf/pie <sup>3</sup> )		100.82	106.94	106.31	101.20



Peso unitario seco máximo	107.50 lbf/pie <sup>3</sup>
	16.89 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.72 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>2</sup> (%)	---
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>2</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	---
Óptimo contenido humedad	17.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>2</sup> (%)	---

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>1</sup> (*)	2.48
--------------------------------------	------

Página 84 de 157

**Observaciones**

<sup>1</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (ASTM - D 4718 - 17)

<sup>2</sup> Si solo refirió por la NTP 339.131:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - UN.

  
**A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.**  
 Cristian Miguel Arraizaqui Benon  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014

Fecha : 30 - 07 - 2020

Versión : 01

Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	8			5			9						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICIÓN DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	14,122		14,231		12,097		12,203		11,450		11,669		
PESO DEL MOLDE (g)	7,646		7,646		7,636		7,636		6,864		6,864		
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	6,476		6,585		4,461		4,567		4,586		4,805		
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	3,217		3,217		2,302		2,302		2,495		2,495		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.01		2.05		1.94		1.98		1.84		1.93		
TARA N°	70		5		12		22		17		6		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	136.65		143.07		142.53		144.16		120.76		126.81		
PESO TARA + SUELO SECO (g)	128.65		133.25		133.34		133.88		113.87		143.76		
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8		9.82		9.19		30.28		6.89		13.05		
PESO DE TARA (g)	81.65		79.65		80.65		81.26		73.56		84.19		
PESO DE SUELO SECO (g)	47		53.6		52.69		52.72		40.3		59.57		
HUMEDAD (%)	17.02%		18.32%		17.44%		19.50%		17.09%		21.91%		
DENSIDAD SECA	1.72		1.73		1.65		1.66		1.57		1.58		
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
22-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
23-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	7.490	7.490	6.44	7.940	7.940	6.83	8.650	8.690	7.47		
24-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	8.160	8.160	7.02	8.810	8.810	7.58	9.100	9.100	7.82		
25-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	9.690	9.690	8.33	10.340	10.340	8.89	10.910	10.910	9.38		
26-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	11.350	11.350	9.76	11.760	11.760	10.11	11.970	11.970	10.29		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 8				MOLDE N° 5				MOLDE N° 9			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		43.60	95.9	32.00		35.50	79.1	26.00		21.80	48	16.00	
0.040		90.00	198.0	66.00		73.60	161.9	54.00		45.00	99	33.00	
0.060		132.30	291.1	97.00		107.70	236.9	79.00		65.50	144.1	48.00	
0.080		173.20	381.0	127.00		140.50	309.1	103.00		84.50	185.9	62.00	
0.100	1000	216.80	477.0	159.00	15.90	175.90	387	129.00	12.90	106.40	234.1	78.00	7.80
0.200	1500	353.20	777.0	259.00		286.40	630.1	210.00		173.20	381	127.00	
0.300		448.60	986.9	329.00		364.10	801	267.00		219.50	482.9	161.00	
0.400		499.10	1098	366.00		405.00	891	297.00		255.00	561	187.00	
0.500		542.70	1193.9	398.00		440.50	969	327.00		285.90	585	195.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Handwritten signature and stamp]*  
**INGENIERO EN GEOTECNIA S.R.L.**  
 INGENIERIA EN GEOTECNIA S.R.L.  
 C.A. 28000001  
 R.C. 28000001



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO – CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014

Fecha : 30 - 07 - 2020

Versión : 01

Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 03

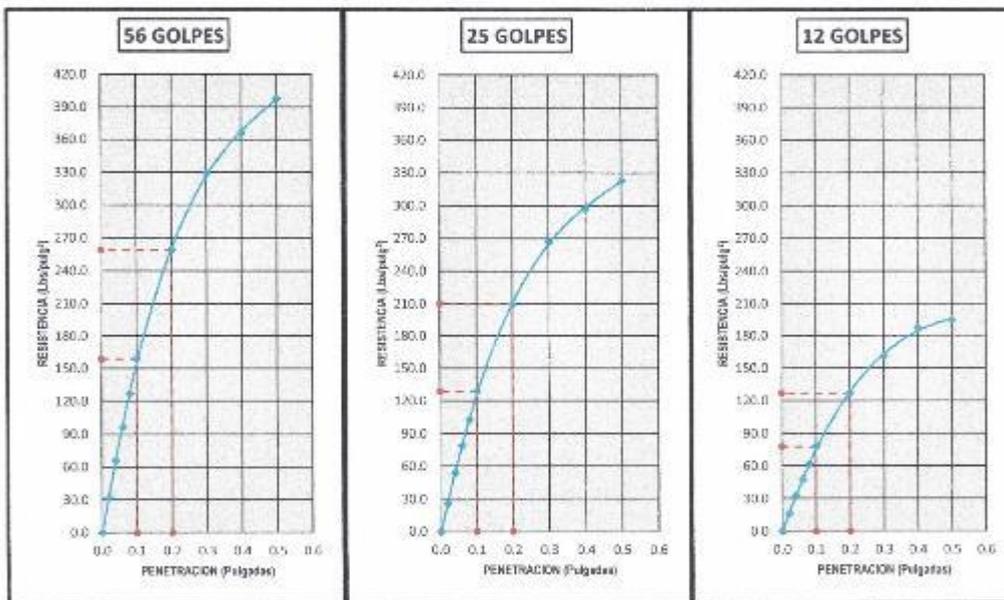
Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 15% Agua

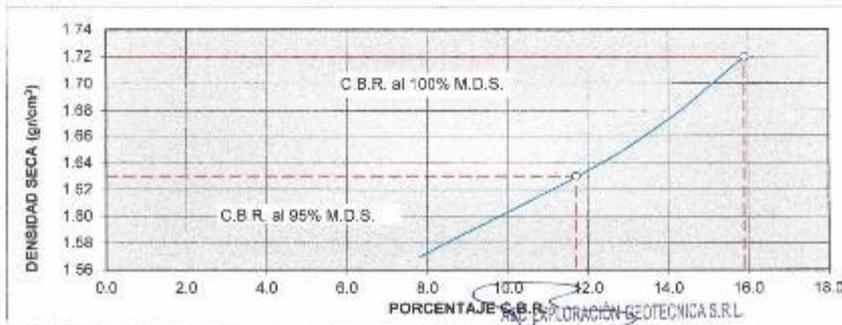
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	15.90
Humedad Óptima (%)	17.02%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	11.70



Carga (1°): 135 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (2°): 250 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (3°): 125 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (4°): 210 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (5°): 240 lb/pulg<sup>2</sup> Carga (6°): 120 lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Handwritten Signature]*  
 Exploración Geotécnica S.R.L.  
 Av. C. U. P. 2.157

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LR-107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 18/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
Método Seco  
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 03	C - 03	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	62.7	63.2	
Temperatura ambiente (°C)	23.5	23.1	
N° Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.66	76.59	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	737.69	737.62	
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.2	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99929	
Gravedad Específica (G20°C)	2.46	2.46	
Promedio	2.46		

Observaciones :

.....

.....

.....

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 112 de 157

Cristhian Manuel Aravena Barrantes  
INGENIERO SUPERVISOR  
ING. CIP. Nº 114530

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro MLEC-187
	Código : L-G-015	Fecha : 29/04/2020	

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : ABC-043-SUE-2022  
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmero	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C-03	Coeff. succ. (*)	---
Método empleado	A			Material	Natural + 20% Bagazo	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION							
Número de molde		2		2		2	2
Masa Suelo Húmero + Molde	(g)	5524		5659		5681	5601
Masa del Molde	(g)	3786		3786		3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949		949		949	949
Masa Suelo Húmero Compactado	(g)	1738		1873		1895	1813
Densidad Húmero	(g/cm <sup>3</sup> )	1.831		1.974		1.997	1.913
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° Tara		70		51		49	35
Masa Suelo Húmero + Tara	(g)	816.32		648.46		754.16	594.19
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	725.16		567.02		648.65	591.69
Masa de Tara	(g)	106.32		79.66		81.40	95.38
Masa del Agua	(g)	91.16		81.44		105.51	102.504
Masa del Suelo Seco	(g)	618.84		487.36		563.25	495.306
Contenido de Agua	(%)	14.70		16.70		18.70	20.70
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.996		1.692		1.682	1.585
Peso Unitario Seco	(lbN/m <sup>3</sup> )	15.65		16.59		16.50	15.54
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	99.64		105.63		105.00	98.95



Peso unitario seco máximo	106.00 lb/ft <sup>3</sup>
	16.65 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.70 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>2</sup> (*)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>2</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>2</sup> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>2</sup> (*)	2.46
--------------------------------------	------

Página 85 de 157

**Observaciones**

- 1) <sup>2</sup> Revisar el ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4718-13).
- 2) Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- 3) Los moldes ensayados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

  
 ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arrascaeta Brown  
 INGENIERO SUPERIOR  
 N° de Colegista: 27449



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra : Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	4		2		3	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,165	12,243	12,103	12,209	11,961	12,175
PESO DEL MOLDE (g)	7,568	7,568	7,600	7,600	7,464	7,464
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4597	4675	4503	4609	4497	4711
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,343	2,343	2,468	2,468
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.00	2.03	1.92	1.97	1.82	1.91
TARA N°	1	52	31	16	39	65
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	136.71	139.35	131.82	145.58	127.07	159.87
PESO TARA + SUELO SECO (g)	128.49	129.27	122.38	135.06	119.99	146.54
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.22	10.08	9.44	10.52	7.08	13.33
PESO DE TARA (g)	81.46	75.84	69.66	82.31	79.65	86.94
PESO DE SUELO SECO (g)	47.03	53.63	52.72	52.75	40.3	59.6
HUMEDAD (%)	17.48%	18.80%	17.91%	19.94%	17.55%	22.37%
DENSIDAD SECA	1.70	1.71	1.63	1.64	1.55	1.56

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
22 Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
23 Nov	4.00 p.m.	24 hrs	5.740	5.740	4.04	6.090	6.090	5.24	5.240	6.240	5.37
24 Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.760	7.760	6.67	7.350	7.350	6.32	7.560	7.560	6.50
25 Nov	4.00 p.m.	72 hrs	8.190	8.190	7.04	7.760	7.760	6.67	8.180	8.180	7.03
26 Nov	4.00 p.m.	96 hrs	9.450	9.450	8.13	9.570	9.570	8.23	9.760	9.760	8.39

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 4				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		47.70	104.9	35.00		38.20	84	28.00		23.20	51	17.00	
0.040		99.50	218.9	73.00		80.50	177.1	59.00		47.70	104.9	35.00	
0.060		145.90	321.0	107.00		118.60	260.9	87.00		70.50	156	57.00	
0.080		190.90	420.0	140.00		155.50	342.1	114.00		92.70	203.9	68.00	
0.100	1000	238.60	524.9	175.00	17.50	193.60	425.9	142.00	14.20	115.50	255	85.00	8.50
0.200	1500	388.60	854.9	285.00		315.00	693	231.00		180.50	416.9	139.00	
0.300		493.60	1085.9	362.00		400.90	882	294.00		240.00	528	176.00	
0.400		549.50	1208.9	403.00		445.90	981	327.00		278.20	612	204.00	
0.500		597.30	1314.1	438.00		484.10	1069	357.00		290.50	639.1	213.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Página 98 de 157

A&C INGENIERIA GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.  
INGENIEROS SUPERIORES



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

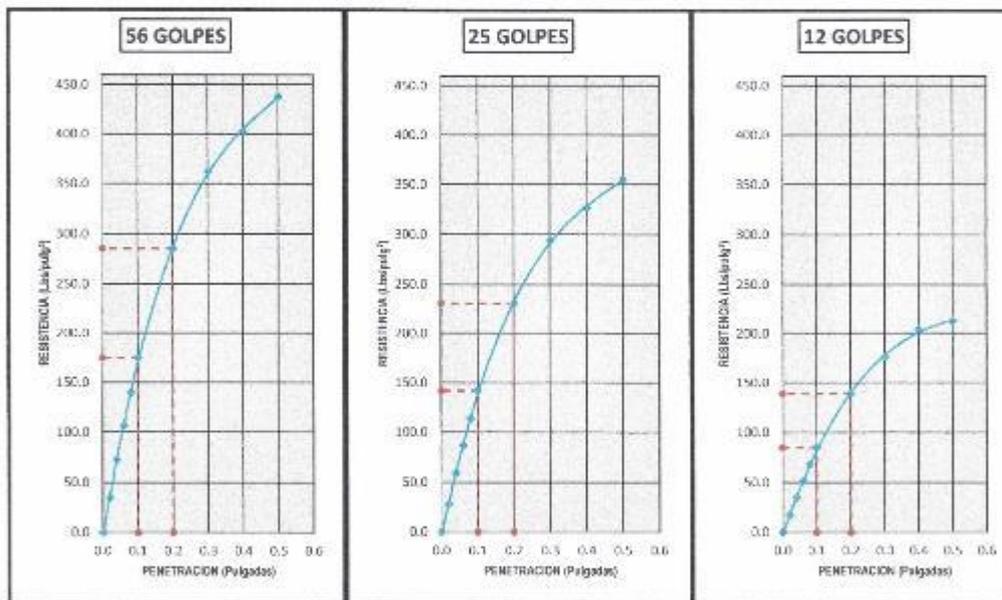
Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

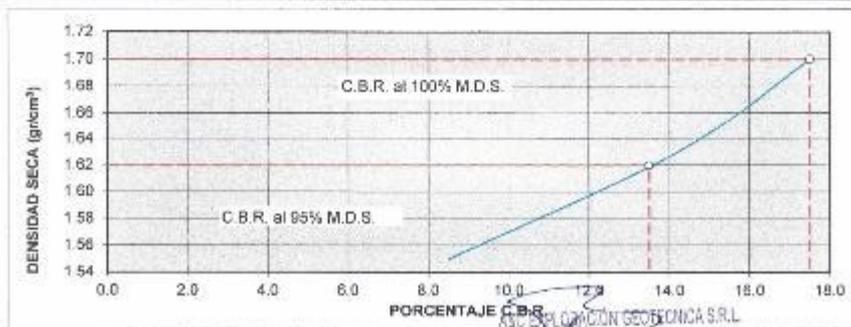
Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.70	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	17.50
Humedad Óptima (%)	17.48%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	13.50



Carga (1<sup>o</sup>): 175Lbs/pulg<sup>2</sup>      Carga (2<sup>o</sup>): 280Lbs/pulg<sup>2</sup>      Carga (1<sup>o</sup>): 142lbs/pulg<sup>2</sup>      Carga (2<sup>o</sup>): 231Lbs/pulg<sup>2</sup>      Carga (1<sup>o</sup>): 85Lbs/pulg<sup>2</sup>      Carga (2<sup>o</sup>): 139Lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Cristian Angel Estrada Bernal  
Ingeniero en Geotecnia  
NTP 339.145 (\*)

**Anexo 13. Ensayos Mecánicas del Suelo Patrón 3 + CBC% + Yute%**

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 167	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 18/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**

**Método Seco**

**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 03	C - 03		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.6	63.1		
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.2		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	77.16	75.16		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739.34	738.13		
Temperatura del agua (°C)	23.1	23.4		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99931	0.99924		
Gravedad Específica (G20°C)	2.57	2.57		
Promedio	2.57			

Observaciones :

.....

.....

.....

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Daniel Estrada Bricón  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 174530

Página 113 de 167

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

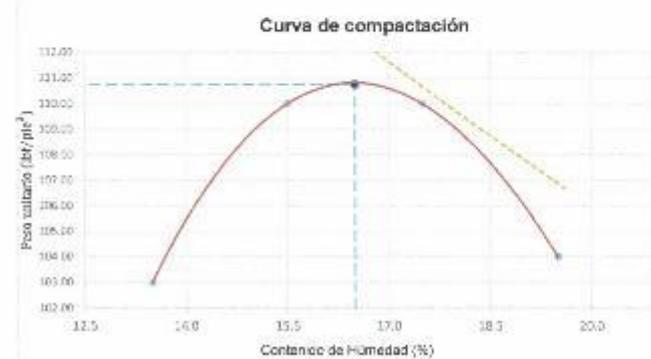
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 18/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmeda	Tipo de Píedón	Manual	Calicata	C - 03	Densif. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	hombros + 5% kg/200 + 0.75% turo	Humedad (*)	---

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmeda + Molde	(g)	3564	5722	5749	5674
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1778	1936	1963	1888
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.874	2.040	2.068	1.989
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		22	1	16	22
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	545.26	548.65	697.16	615.32
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	580.45	484.89	603.23	527.43
Masa de Tara	(g)	94.46	78.66	68.65	78.84
Masa del Agua	(g)	65.81	63.76	93.93	87.89
Masa del Suelo Seco	(g)	485.99	406.23	333.58	448.29
Contenido de Agua	(%)	13.50	13.70	17.60	19.60
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.651	1.763	1.759	1.663
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.19	17.29	17.25	16.31
Peso Unitario Seco	(lbf/plc <sup>3</sup> )	103.07	110.06	109.81	103.82



Peso unitario seco máximo	110.50 lbf/plc <sup>3</sup>
	17.36 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.77 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lbf/plc <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

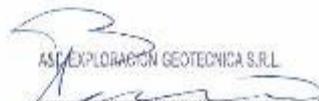
Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 5/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.57
------------------------------------	------

**Observaciones** : <sup>(\*)</sup> Revisor el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D - 718 - 15).  
<sup>(\*)</sup> Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - ON.

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Gerencia Nacional de Asesoría Técnica  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 RNE - CIP. N° 174231



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	8			4			7						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA				
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	14,283	14,395	14,395	12,144	12,253	12,253	11,068	11,274					
PESO DEL MOLDE (g)	7,646	7,646	7,646	7,568	7,568	7,568	6,752	6,752					
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	6,637	6,749	6,749	4,576	4,685	4,685	4,316	4,522					
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	3,217	3,217	3,217	2,302	2,302	2,302	2,285	2,285					
DENSIDAD HUMEDA (t/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.10	2.10	1.99	2.04	2.04	1.89	1.98					
TARA N°	74	89	89	55	65	65	49	35					
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	139.28	145.37	145.37	140.98	143.45	143.45	144.21	151.73					
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.50	135.80	135.80	132.04	133.42	133.42	137.51	148.96					
PLSO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.78	9.57	9.57	8.94	10.03	10.03	6.7	12.77					
PESO DE TARA (g)	84.46	82.16	82.16	79.31	80.66	80.66	97.16	89.35					
PESO DE SUELO SECO (g)	47.04	53.64	53.64	52.73	52.76	52.76	40.4	59.61					
HUMEDAD (%)	16.54%	17.84%	17.84%	16.95%	19.01%	19.01%	16.60%	21.42%					
DENSIDAD SECA	1.77	1.78	1.78	1.70	1.71	1.71	1.62	1.63					
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
22-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
23-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	6.730	6.730	5.79	6.900	6.900	5.93	7.320	7.320	6.29		
24-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.680	7.680	6.60	7.910	7.910	6.80	8.430	8.430	7.25		
25-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	8.650	8.650	7.44	8.590	8.590	7.39	9.970	9.970	8.57		
26-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	9.700	9.700	8.34	10.000	10.000	8.60	10.120	10.120	8.70		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 8				MOLDE N° 4				MOLDE N° 7			
		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		28.60	62.9	21.00		29.20	51	17.00		13.60	29.5	10.00	
0.040		58.60	128.9	43.00		47.70	104.9	35.00		28.60	62.9	21.00	
0.060		85.90	189.0	63.00		69.50	152.9	51.00		40.90	90	30.00	
0.080		111.80	246.0	82.00		91.40	201.1	67.00		54.50	119.9	40.00	
0.100	1000	140.50	309.1	103.00	10.30	114.50	251.9	84.00	8.40	68.20	150	50.00	5.00
0.200	1500	229.10	504.0	168.00		186.80	411	137.00		111.80	246	82.00	
0.300		290.50	639.1	213.00		237.30	522.1	174.00		141.80	312	104.00	
0.400		323.20	711	237.00		269.20	579	193.00		163.60	359.9	120.00	
0.500		351.80	774.0	258.00		286.40	630	218.00		179.90	375.1	125.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Handwritten signature]*  
**A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.**  
 DOCUMENTO CONTROLADO  
 SCS - EM - 174030



A&C Ingeniería Geotécnica y Medición de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

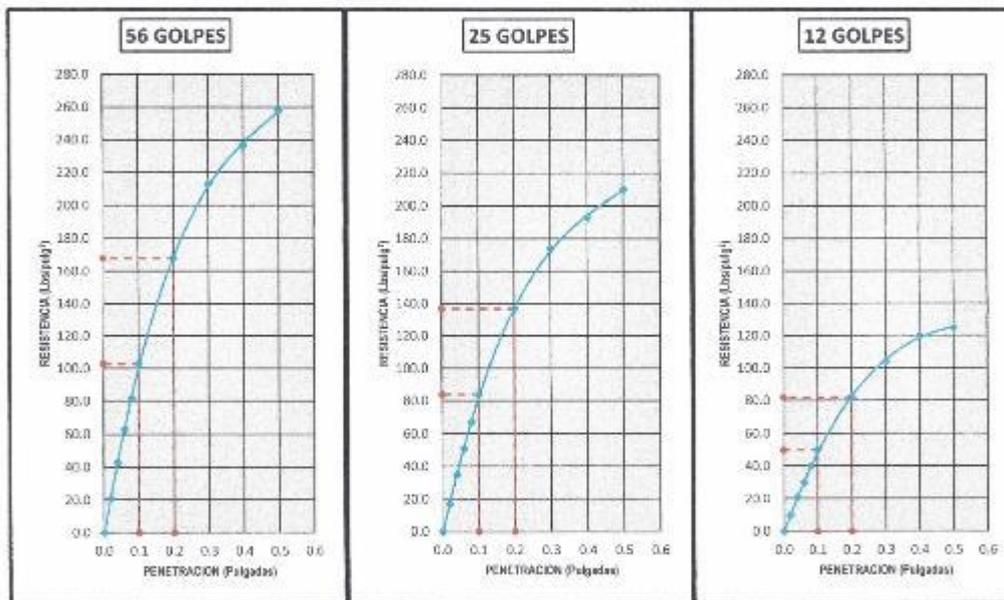
Fecha de Ensayo : 22/11/2022

Muestra: Natural + 5% Óxido de Zinc + 0.75% Yute

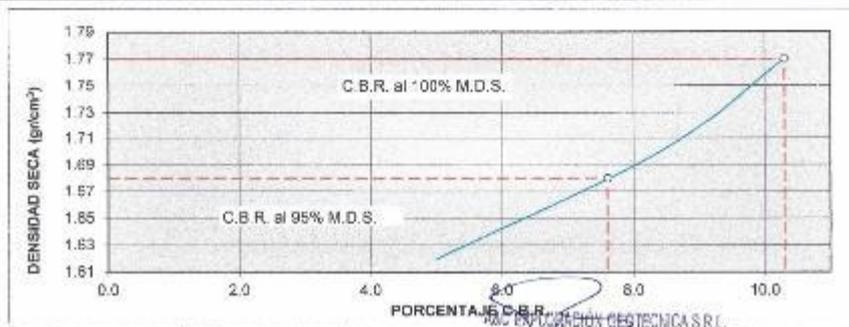
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	10.30
Humedad Óptima (%)	16.54%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	7.60



Carga (1<sup>o</sup>): 102 lb/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 168 lb/pulg²    Carga (3<sup>o</sup>): 84 lb/pulg²    Carga (4<sup>o</sup>): 137 lb/pulg²    Carga (5<sup>o</sup>): 82 lb/pulg²    Carga (6<sup>o</sup>): 82 lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.

Cristóbal Manuel Artalejo Guevara  
Ingeniero Civil en Geotecnia  
RUC: 101174510

Página 101 de 157

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 19/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 03	C - 03	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	62.6	63.7	
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.5	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.64	77.15	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.42	738.77	
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.1	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99931	
Gravedad Específica (G20°C)	2.52	2.52	
Promedio	2.52		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Armijo  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. COG. N° 174330

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 118 - 187</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

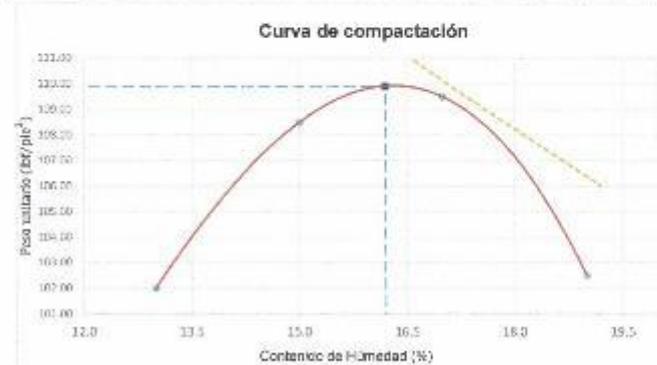
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 19/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pídon	Manual	Calicata	C-03	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 10% kg/roc + 1% Falt	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5541	5689	5735	5646
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1755	1903	1949	1860
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.840	2.005	2.054	1.960
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		41	1	23	26
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		746.65	816.35	694.16	699.16
Masa Suelo Seco + Tara (g)		671.65	721.65	608.13	602.89
Masa de Tara (g)		102.46	99.16	106.35	101.18
Masa del Agua (g)		75	94.7	86.03	96.31
Masa del Suelo Seco (g)		569.19	622.49	501.78	501.67
Contenido de Agua (%)		13.20	15.20	17.10	19.20
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.633	1.740	1.754	1.644
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		16.02	17.06	17.20	16.12
Peso Unitario Seco (lbf/pie <sup>3</sup> )		101.94	108.62	109.50	102.63



Peso unitario seco máximo	110.00 lbf/pie <sup>3</sup>
	17.28 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.76 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>6</sup> (*)	-- lbf/pie <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>6</sup> (*)	-- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>6</sup> (*)	-- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Gravedad Específica <sup>8</sup> (*)	2.52
--------------------------------------	------

**Observaciones** : <sup>6</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM - D 718 - 15.  
<sup>7</sup> Ensayo realizado por el NTP 339.141:1999 (Rev. 2019) a través del método seco.  
 (\*) Los métodos adoptados no han sido acreditados por el INACAL - DSI.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Hernández Torres  
 INGENIERO GEOTECNICO  
 REG. CIP. N° 174330



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra : Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE Nº	10		6		9	
CAPAS Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	13,022	13,116	11,654	11,766	11,527	11,752
PESO DEL MOLDE (g)	7,541	7,541	6,972	6,972	6,864	6,864
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5481	5575	4682	4794	4663	4888
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,684	2,684	2,379	2,379	2,495	2,495
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.04	2.08	1.97	2.02	1.87	1.96
TARA Nº	62	53	105	31	41	5
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	128.71	132.60	143.56	139.17	115.46	130.24
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.17	123.30	134.89	129.41	108.96	117.77
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.54	9.3	8.67	9.76	6.5	12.47
PESO DE TARA (g)	74.13	69.66	82.16	75.65	68.61	58.16
PESO DE SUELO SECO (g)	47.04	53.64	52.73	52.76	40.4	59.61
HUMEDAD (%)	16.03%	17.34%	16.44%	18.50%	16.11%	20.92%
DENSIDAD SECA	1.76	1.77	1.69	1.7	1.61	1.62

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
23-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
24-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	5.160	5.160	4.44	5.450	5.450	4.69	5.930	5.930	5.10
25-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	6.560	6.560	5.64	6.150	6.150	5.30	6.370	6.370	5.48
26-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	7.480	7.480	6.43	7.590	7.590	6.53	7.780	7.780	6.69
27-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	8.260	8.260	7.10	8.060	8.060	6.93	8.240	8.240	7.08

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 10				MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 9			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		34.10	75	25.00		28.60	62.9	21.00		16.40	36.1	12.00	
0.040		72.30	159.1	53.00		58.60	128.9	43.00		35.50	78.1	26.00	
0.060		105.00	231.0	77.00		85.90	189	63.00		51.80	114	38.00	
0.080		139.10	306.0	102.00		111.80	246	82.00		68.20	150	50.00	
0.100	1000	173.20	381.0	127.00	12.70	140.50	309.1	103.00	10.30	84.50	185.9	62.00	6.20
0.200	1500	282.30	621.1	207.00		229.10	504	168.00		137.70	302.9	101.00	
0.300		358.60	788.9	253.00		290.50	639.1	279.00		174.50	383.9	128.00	
0.400		398.20	876	292.00		323.20	711	287.00		203.20	447	149.00	
0.500		433.60	953.9	318.00		351.80	771	298.00		211.40	465.1	155.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C INGENIERIA GEOTECNICA S.R.L.  
Ingeniero Miguel Arruñategui Brown  
REG. CIP. Nº 174530



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014    Fecha : 30-07-2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUF-2022

Calceta: C-03

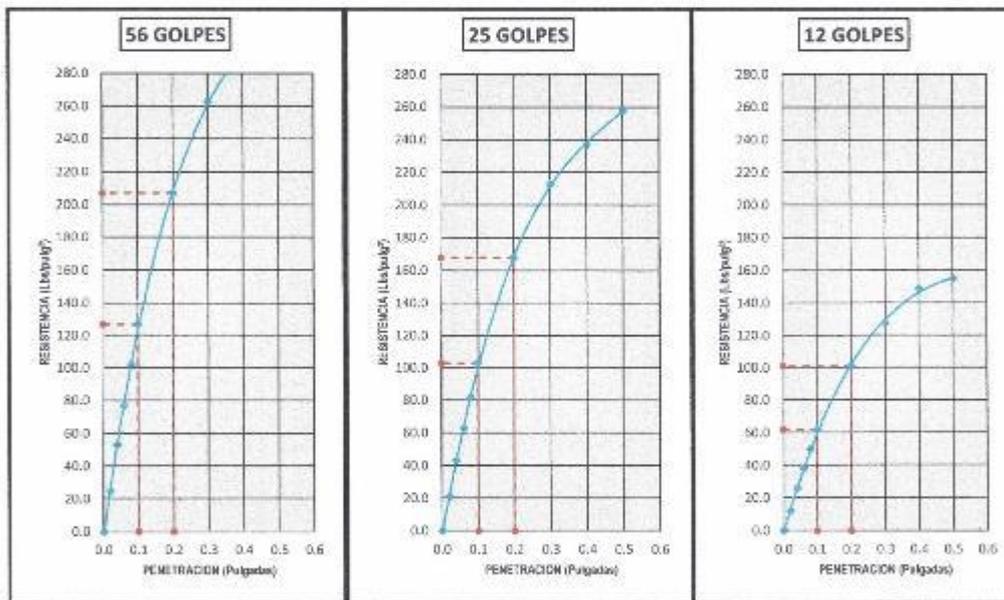
Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

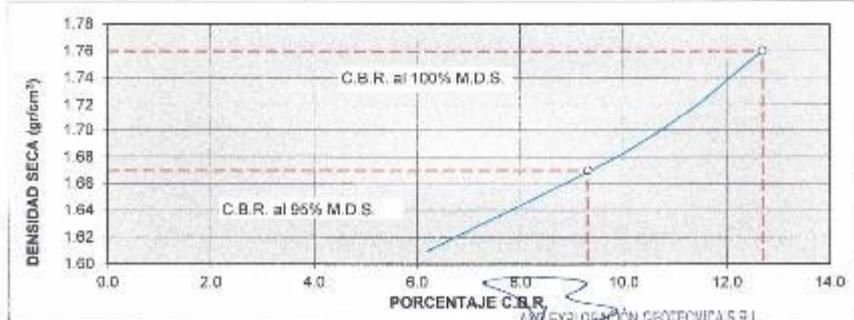
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.76	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	12.70
Humedad Óptima (%)	16.03%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.30



Carga (1°): 127Lbs/pulg²    Carga (2°): 107Lbs/pulg²    Carga (3°): 103Lbs/pulg²    Carga (4°): 168Lbs/pulg²    Carga (5°): 62Lbs/pulg²    Carga (6°): 101Lbs/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 103 de 157

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian M. A. P. [Signature]  
 INGENIERO EN GEOTÉCNICA  
 2007-08-20-13:00:00

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L. Código : L - G - 013	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>		 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Calidad Acreditado Registro N° LC-187
	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 19/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 03	C - 03	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.4	63.2	
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.5	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.26	76.64	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.44	738.71	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.5	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99921	
Gravedad Especifica (G20°C)	2.54	2.54	
Promedio	2.54		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Arce  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. CIP. N° 174440

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro INTEL - 187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

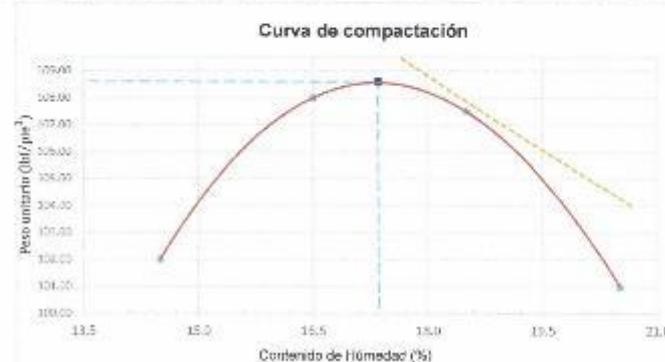
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 19/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plisón	Manual	Calicata	C-03	Cosfio SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural - 15% Grapso + 1.25% Vire	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION							
Número de molde		2		2		2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5564		5697		5723	5642
Masa del Molde	(g)	3786		3786		3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949		949		949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1778		1911		1937	1856
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.874		2.014		2.041	1.956
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° Tara		13		20		51	14
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	846.35		694.19		761.16	734.69
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	750.46		610.52		637.03	624.65
Masa de Tara	(g)	98.16		100.35		98.16	92.38
Masa del Agua	(g)	95.89		83.671		104.13	110.04
Masa del Suelo Seco	(g)	652.3		504.27		558.87	532.47
Contenido de Agua	(%)	14.70		16.60		18.60	20.70
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.634		1.727		1.721	1.621
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.03		16.94		16.88	15.90
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	102.01		107.81		107.44	101.20



Peso unitario seco máximo	108.50 lb/ft <sup>3</sup>
	17.04 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.74 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (*)	— lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	— g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (*)	— %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	—	—
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	—	—
Masa Total (kg)	—	—

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	—	—
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	—	—
Masa Total (kg)	—	—

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.54
--------------------------------------	------

Página 88 de 157

**Observaciones** : <sup>®</sup> Referir a: Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4718 - 13)  
 \* Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método 4110.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arraigategui Buzon  
 INGENIERO GEOTÉCNICO  
 REG. C.O.P. N° 274570



ABC Exploración Geotécnica e Ingeniería de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	5			3			7						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA				
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,344		12,422	12,323		12,437	11,025		11,276				
PESO DEL MOLDE (g)	7,636		7,636	7,464		7,464	6,752		6,752				
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4708		4786	4859		4973	4273		4474				
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302		2,302	2,468		2,468	2,285		2,285				
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05		2.08	1.97		2.01	1.87		1.96				
TARA N°	52		13	55		67	84		91				
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	117.72		143.07	147.33		137.44	139.78		142.40				
PESO TARA + SUELO SECO (g)	109.49		132.98	137.88		126.51	132.69		129.06				
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.23		10.09	9.45		10.93	7.09		13.34				
PESO DE TARA (g)	62.46		79.35	85.16		74.16	92.35		69.46				
PESO DE SUELO SECO (g)	47.03		53.63	52.72		52.75	40.3		59.6				
HUMEDAD (%)	17.50%		18.81%	17.92%		19.96%	17.58%		22.38%				
DENSIDAD SECA	1.74		1.75	1.67		1.68	1.59		1.60				
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
23-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
24-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	5.390	5.390	4.63	5.430	5.430	4.67	5.630	5.630	4.84		
25-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	6.270	6.270	5.39	6.480	6.480	5.57	6.750	6.750	5.80		
26-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	6.860	6.860	5.90	6.920	6.920	5.95	7.190	7.190	6.18		
27-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	7.090	7.090	6.10	7.190	7.190	6.18	7.390	7.390	6.35		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 5				MOLDE N° 3				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		46.40	102.1	34.00		36.80	81	27.00		21.80	48	16.00	
0.040		85.50	210.1	70.00		77.70	170.9	57.00		46.40	102.1	34.00	
0.060		140.50	309.1	103.00		114.50	251.9	84.00		68.20	150	50.00	
0.080		184.10	405.0	135.00		150.00	330	110.00		90.00	198	66.00	
0.100	1000	230.30	507.1	169.00	16.90	186.80	411	137.00	13.70	111.80	246	82.00	8.20
0.200	1500	375.00	825.0	275.00		304.10	669	223.00		182.70	401.9	134.00	
0.300		477.30	1050.1	350.00		387.30	852.1	284.00		231.80	510	170.00	
0.400		530.30	1167.1	389.00		429.50	944.9	323.00		268.60	590.9	197.00	
0.500		576.80	1269.0	423.00		467.70	1027.8	342.00		299.50	614.9	205.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Firma]*  
**Ing. Daniel Armando Becerra**  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. C.O. N° 174530



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014    Fecha : 30-07-2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUE-2022

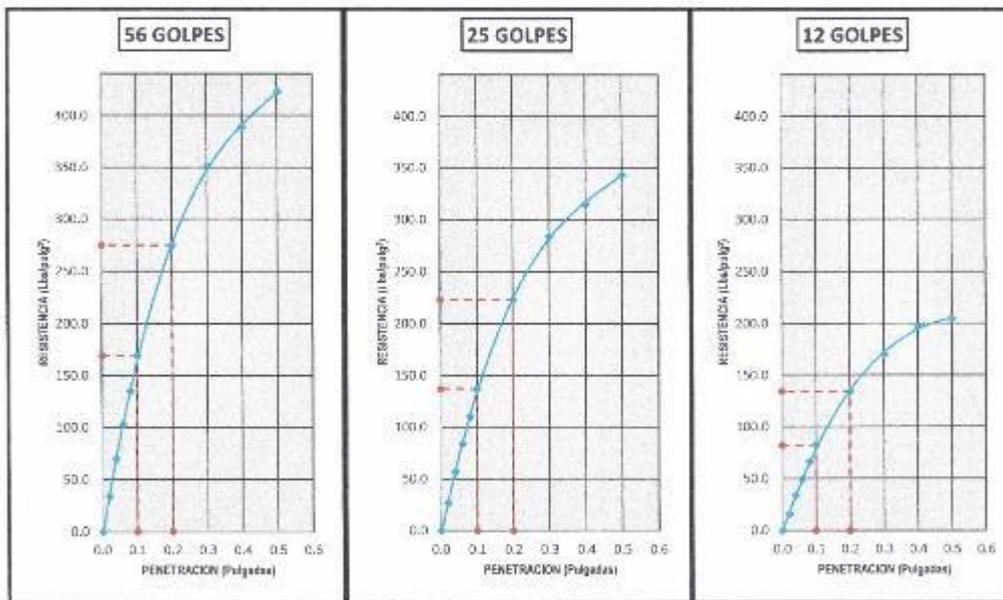
Calicata: C-03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

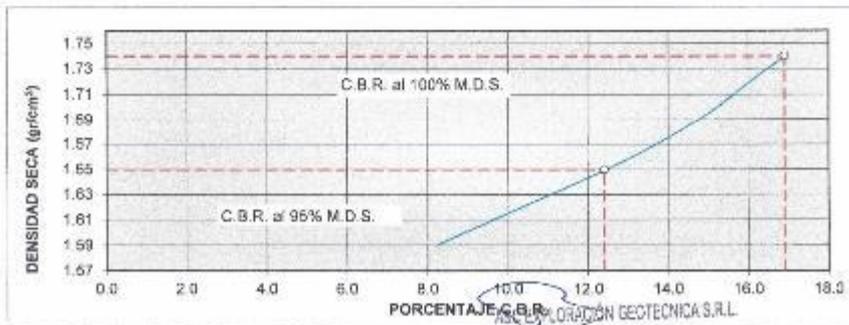
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.74	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	16.90
Humedad Óptima (%)	17.50%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	12.40



Carga (1<sup>ª</sup>): 369.0 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>ª</sup>): 375.0 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>ª</sup>): 437.0 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>ª</sup>): 228.0 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>ª</sup>): 82.0 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>ª</sup>): 134.0 lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Signature]*  
INGENIERO EN GEOTECNICA  
REG. CIP Nº 179110

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Suelos Acreditado Registro N° LB-107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 19/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 03	C - 03		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.7	63.7		
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.5		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	77.16	75.97		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.84	738.13		
Temperatura del agua (°C)	23.1	23.4		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99931	0.99924		
Gravedad Específica (G20°C)	2.53	2.53		
Promedio	2.53			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 116 de 157

  
 Cristian Daniel Armas Quiroz  
 INGENIERO SUBSISTEMAS  
 REGISTRO N° 124830

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 19/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plsón	Manual	Calicata	C-03	Coeff. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 20% Bagazo + 1,90% Yare	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5523	5676	5703
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1737	1890	1917
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.830	1.992	2.020
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		29	65	19
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		746.26	744.16	796.65
Masa Suelo Seco + Tara (g)		658.98	647.32	685.02
Masa de Tara (g)		102.31	98.16	105.16
Masa del Agua (g)		87.28	96.84	113.63
Masa del Suelo Seco (g)		556.67	549.16	579.86
Contenido de Agua (%)		15.70	17.60	19.60
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.582	1.604	1.680
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.52	16.61	16.56
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		98.76	105.75	105.44



Peso unitario seco máximo	106.50 lb/ft <sup>3</sup>
	16.73 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.71 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (*)	-- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	-- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	18.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (*)	-- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.53
--------------------------------------	------

**Observaciones** :  
 ® Referir al Ensayo de Conversión de Peso Unitario y Contenido de Humedad ASTM D 4713 - 15i.  
 \*Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 CARRILLO DE LA VILLA 1745120  
 INGENIERO GEOTÉCNICO  
 REG. CIP. N° 1745120



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : ABC - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	8			4			6						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA				
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	14,205		14,315	12,087		12,193	11,402		11,611				
PESO DEL MOLDE (g)	7,646		7,646	7,568		7,568	6,972		6,972				
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	6,559		6,669	4,519		4,625	4,430		4,639				
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	3,217		3,217	2,302		2,302	2,379		2,379				
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.04		2.07	1.96		2.01	1.86		1.95				
TARA N°	23		26	35		52	46		49				
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	190.17		149.69	132.31		138.95	127.97		157.89				
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.46		139.06	122.33		127.88	120.47		143.94				
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.71		10.63	9.98		11.07	7.5		13.95				
PESO DE TARA (g)	74.46		85.46	69.64		75.16	80.16		84.37				
PESO DE SUELO SECO (g)	47		53.6	52.69		52.72	40.3		59.57				
HUMEDAD (%)	18.53%		19.83%	18.94%		21.00%	18.51%		23.42%				
DENSIDAD SECA	1.72		1.73	1.65		1.66	1.57		1.58				
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
23-Nov	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
24-Nov	4.00 p.m.	24 hrs	6.610	6.610	5.68	6.760	6.760	5.81	6.930	6.930	5.96		
25-Nov	4.00 p.m.	48 hrs	7.150	7.150	6.15	7.290	7.290	6.27	7.050	7.050	6.06		
26-Nov	4.00 p.m.	72 hrs	7.260	7.260	6.24	7.410	7.410	6.37	7.800	7.800	6.71		
27-Nov	4.00 p.m.	96 hrs	7.510	7.510	6.46	7.630	7.630	6.56	7.940	7.940	6.83		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 8				MOLDE N° 4				MOLDE N° 6			
		CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	CARGA Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		54.50	119.9	40.00		43.60	95.9	32.00		25.00	57	19.00	
0.040		113.20	249.0	83.00		92.70	203.9	68.00		54.50	119.9	40.00	
0.060		165.00	363.0	121.00		135.00	297	99.00		80.50	177.	59.00	
0.080		216.80	477.0	159.00		177.30	390.1	130.00		106.40	234.1	78.00	
0.100	1000	271.40	597.1	199.00	19.90	220.80	486	162.00	16.20	132.30	291.1	97.00	9.70
0.200	1500	441.80	972.0	324.00		360.00	792	264.00		215.50	474.1	158.00	
0.300		561.80	1236	412.00		456.80	1005	336.00		274.10	603	201.00	
0.400		624.50	1373.9	458.00		508.60	1118.9	373.00		317.70	698.9	233.00	
0.500		679.10	1494.0	498.00		552.30	1221	408.00		331.40	729.1	243.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 106 de 157

ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.  
Calle 10 de Agosto 1000, Montevideo, Uruguay  
Tel: +598 2 400 0000



AAC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

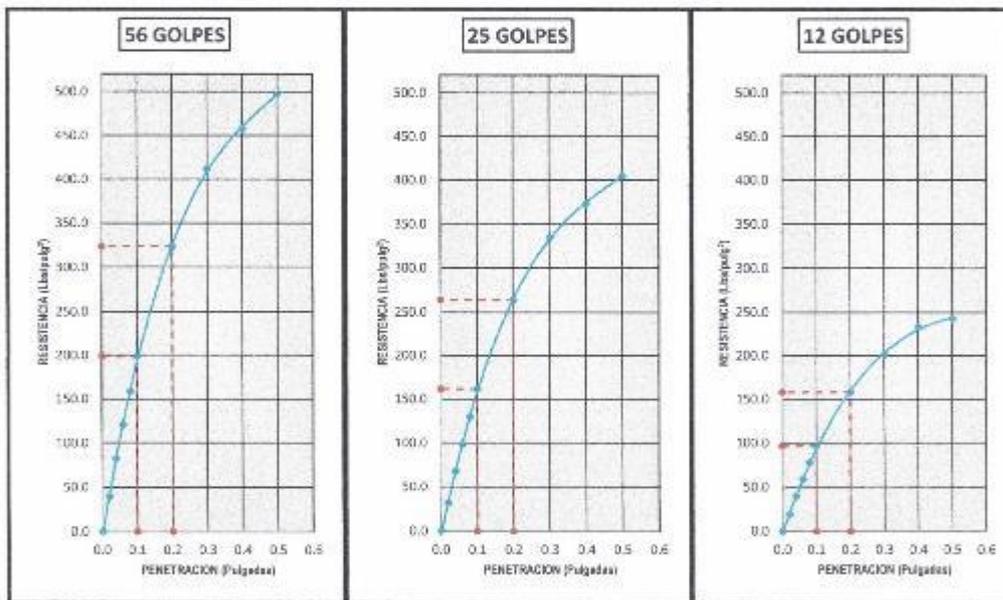
Calicata: C - 03

Fecha de Ensayo : 23/11/2022

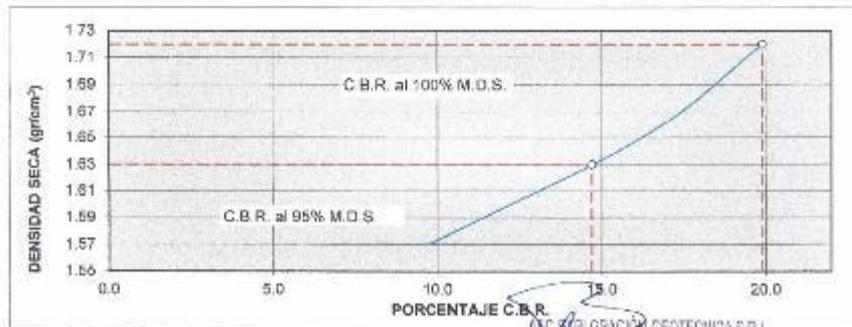
Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	19.90
Humedad Óptima (%)	18.53%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	14.70



Carga (1<sup>o</sup>): 199 lb/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 374 lb/pulg²    Carga (1<sup>o</sup>): 162 lb/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 264 lb/pulg²    Carga (1<sup>o</sup>): 97 lb/pulg²    Carga (2<sup>o</sup>): 158 lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

AAC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
 Cristian Miguel Arruñedo  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. FIR. N° 174530

Página 107 de 157

## Anexo 14. Ensayos Físico – Mecánicos del Suelo Patrón 4

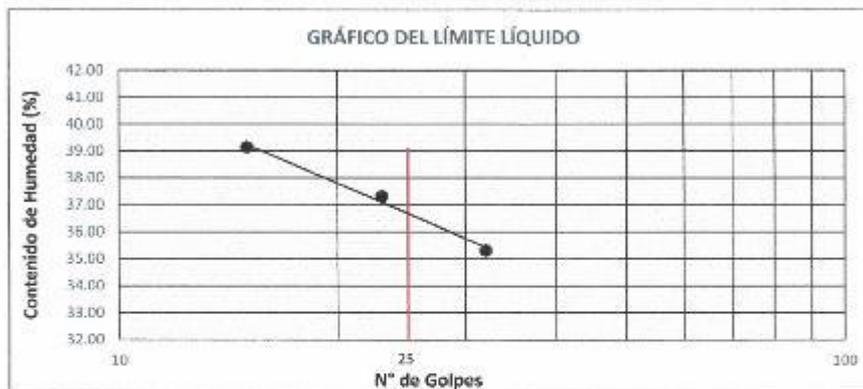
 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>LIMITES DE ATTERBERG</b> <b>(NTP 339.129 :1999)</b> <b>(Rev.01)</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado</p> <p>Registro N° L.E. -157</p>
	Código : LAB - G - 001	Fecha : 29 - 04 - 2020	

### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

F. de Ensayo : 31/10/2022

LIMITES DE ATTERBERG					
NTP 339 - 129:1999 (Rev. 2019)					
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA	Método de preparación húmeda	EQUIPO PARA LÍMITE LÍQUIDO	Manual		
	Tamizado por lavado en el tamiz N°40	EQUIPO PARA LÍMITE PLÁSTICO	Manual		
	Preparación con agua destilada	PORCENTAJE RETENIDO EN TAMIZ N°40	5%		
DATOS DEL ENSAYO		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
N° de Tara	74	15	32	58	49
N° de Golpes	15	23	32	---	---
Tara + Suelo húmedo (g.)	26.33	29.64	27.61	20.60	19.67
Tara + Suelo seco (g.)	22.76	25.19	23.92	19.31	18.68
Masa del Agua (g.)	3.57	4.45	3.69	1.29	0.99
Masa de la Tara (g.)	13.64	13.26	13.47	13.21	14.02
Masa del Suelo Seco (g.)	9.12	11.93	10.45	6.10	4.66
Porcentaje de Humedad (%)	39.14	37.30	35.31	21.15	21.24



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido	37.0
Límite Plástico	21.0
Índice de Plasticidad	16.0

CALICATA	C - 04 / M - 01
Profundidad	m
Clasificación SUCS(*)	CL
Clasificación AASHTO(*)	A-6 (10)

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 117 de 157

  
 Cristian M. Pineda  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. CIP. N° 374599

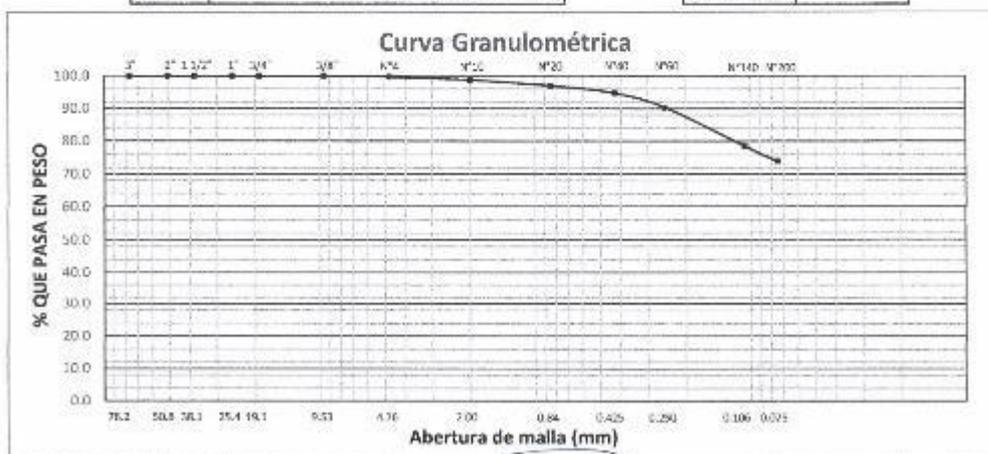
**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 31/10/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
NTP 339 - 128 : 1999 (Rev. 2019)						
ABERTURA DE MALLA		MASA RETENIDA (g.)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
(Pulg.)	(mm)					
						Muestra Inicial (g.) : 285.16
3"	76.200	---	---	---	100.0	Fracción fina (g.) : ---
2"	50.800	---	---	---	100.0	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
1 1/2"	38.100	---	---	---	100.0	
1"	25.400	---	---	---	100.0	% Bolonas (75 - 300 mm) : ---
3/4"	19.050	---	---	---	100.0	% Gravas (4.75 - 75 mm) : 0.4
3/8"	9.525	---	---	---	100.0	% Arenas (0.075 - 4.75 mm) : 25.6
N° 4	4.760	1.02	0.4	0.4	99.6	% Arena gruesa (4.75 - 2.00 mm) : 0.9
N° 10	2.000	2.68	0.9	1.3	98.7	% Arena media (2.00 - 0.42 mm) : 4.0
N° 20	0.840	5.13	1.8	3.1	96.9	% Arena fina (2.00 - 0.42 mm) : 20.7
N° 40	0.425	6.23	2.2	5.3	94.7	% Limos y arcillas (<0.075 mm) : 74.0
N° 60	0.250	12.31	4.3	9.6	90.4	Diámetro efectivo D60 (mm) : ---
N° 140	0.106	34.15	12.0	21.6	78.4	Diámetro efectivo D10 (mm) : ---
N° 200	0.075	12.64	4.4	26.0	74.0	Coefficiente de uniformidad (Cu) : ---
< N° 200	FONDO	211.00	74.0	100.0	0.0	Coefficiente de curvatura (Cc) : ---

Limite Líquido (%)	37.0
Limite Plástico (%)	21.0
Índice de Plasticidad (%)	16.0
SUCS(*)	Arilla de baja plasticidad con arena

Muestra	C - 04 / M - 01
SUCS(*)	CL
AASHTO(*)	A-6 (10)
Profundidad	0



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 REG. CIP. N° 174530

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° 18 - 107	
Código : L-G-013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 28/11/2022

Muestra: Terreno natural

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 04	C - 04		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.1	63.6		
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.7		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.56	75.97		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.13	737.84		
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.7		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99917		
Gravedad Específica (G20°C)	2.50	2.50		
Promedio	2.50			

Observaciones :

-----

-----

-----

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 146 de 157

*Cristian Alejandro Arranategui Brown*  
INGENIERO SUPERIOR  
Nº 17. CIP. 28.1345.10

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° L.E. - 187
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

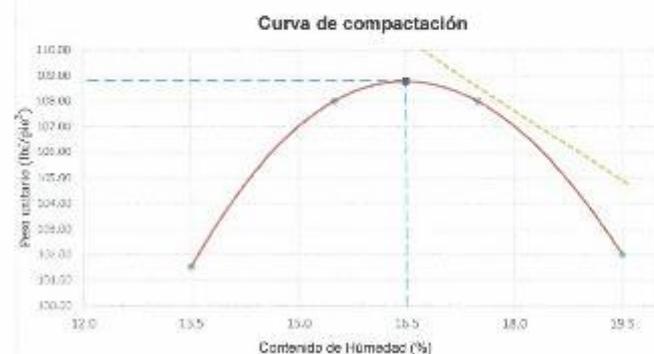
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Píedón	Manual	Calicata	C - 04	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	TERRENO NATURAL	Humedad (%)	---

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5541	5686	5716
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1755	1900	1930
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.848	2.002	2.034
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		22	15	32
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		846.32	746.33	694.26
Masa Suelo Seco + Tara (g)		755.46	656.41	603.20
Masa de Tara (g)		86.46	79.66	84.16
Masa del Agua (g)		90.86	89.92	91.06
Masa del Suelo Seco (g)		669	576.75	519.04
Contenido de Agua (%)		13.60	15.60	17.50
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.628	1.732	1.731
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.97	16.99	16.98
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		101.63	108.13	108.06



Peso unitario seco máximo	109.00 lb/ft <sup>3</sup>
	17.12 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.746 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (*)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 < 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8 " < 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4 " < 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.5
--------------------------------------	-----

Página 119 de 157

**Observaciones** : <sup>®</sup> Reducir el Pasaje de Corriente de Peso Unitario y Contenido de Humedad (SUCS - 3 418 - 14).  
 \* Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 (\*) Los métodos Incluidos no han sido sometidos por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Alfonso Arruategui Brown  
 INGENIERO SUPERIOR  
 REG. CIP N° 174520



A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Muestra: Terreno Natural

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	8			3			6						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		SIN MOJAR		MOJADA		
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	14,205		14,318		12,314		12,427		11,409		11,623		
PESO DEL MOLDE (g)	7,646		7,646		7,464		7,464		6,972		6,972		
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	6,559		6,672		4,850		4,963		4,437		4,651		
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	3,217		3,217		2,468		2,468		2,379		2,379		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2,04		2,07		1,97		2,01		1,87		1,96		
TARA N°	74		56		32		15		28		9		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	136,24		142,81		131,25		131,90		122,47		150,53		
PESO TARA + SUELO SECO (g)	128,47		133,25		122,32		121,88		115,78		137,77		
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7,77		9,56		8,93		10,02		6,69		12,76		
PESO DE TARA (g)	81,46		79,64		69,62		69,15		75,46		78,19		
PESO DE SUELO SECO (g)	47,01		53,61		52,7		52,73		40,3		59,58		
HUMEDAD (%)	16,53%		17,83%		16,54%		19,00%		16,59%		21,42%		
DENSIDAD SECA	1,75		1,76		1,68		1,69		1,60		1,61		
<b>EXPANSION</b>													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
2-Dic	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
3 Dic	4:00 p.m.	24 hrs	9.650	9.650	8.30	10.160	10.160	8.74	10.350	10.350	8.90		
4-Dic	4:00 p.m.	48 hrs	11.840	11.840	10.18	12.390	12.390	10.65	12.760	12.760	10.97		
5-Dic	4:00 p.m.	72 hrs	13.840	13.840	11.90	14.280	14.280	12.28	14.650	14.650	12.60		
6 Dic	4:00 a.m.	96 hrs	15.170	15.170	13.04	15.410	15.410	13.25	15.690	15.690	13.49		
<b>PENETRACION</b>													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 8				MOLDE N° 3				MOLDE N° 6			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		17.70	38.9	23.00		13.60	29.9	10.00		8.20	1.8	5.00	
0.040		36.80	81.0	27.00		30.00	66	22.00		17.70	38.9	13.00	
0.060		53.20	117.0	39.00		43.50	95.9	32.00		25.90	57	19.00	
0.080		69.50	152.9	51.00		57.30	126.1	42.00		34.10	75	25.00	
0.100	1000	87.30	192.1	64.00	6.40	70.90	156	52.00	5.20	42.30	93.1	31.00	3.10
0.200	1500	141.80	312.0	104.00		115.90	255	85.00		69.50	152.9	51.00	
0.300		180.00	396	132.00		147.96	324.1	108.00		87.30	192.1	64.00	
0.400		200.50	441.1	147.00		168.40	359.9	118.00		100.90	222	74.00	
0.500		238.20	480.0	160.00		177.30	390.1	130.00		106.40	234.1	78.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - PA

Página 128 de 157

*Manuel Argenteiro Ormiz*  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 A&C INGENIERIA



A&C Exploración Geotécnica y Muestreo de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014    Fecha : 30-07-2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C-045-SUE-2022

Calicata: C-01

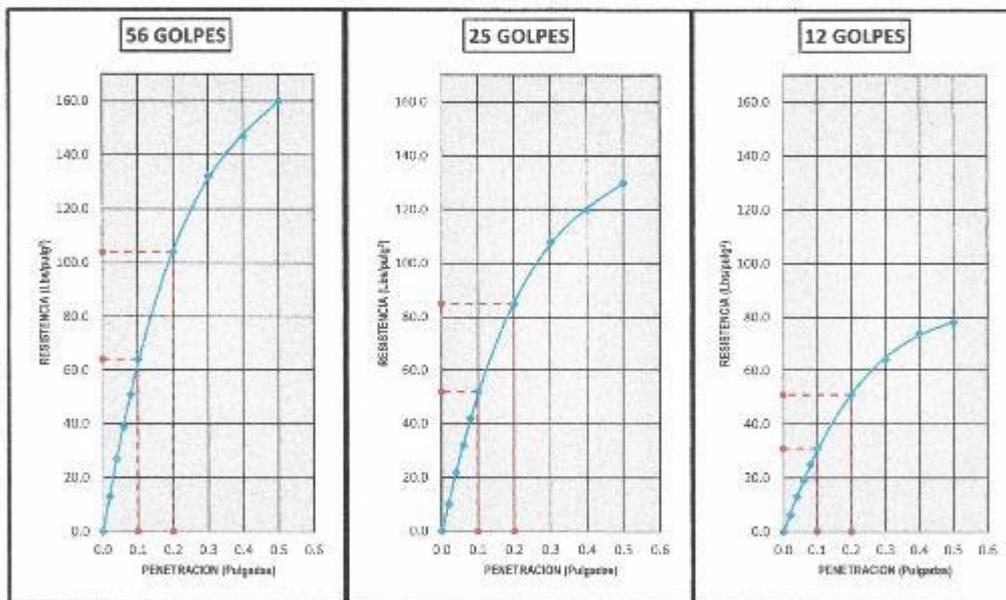
Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Muestra: Terreno Natural

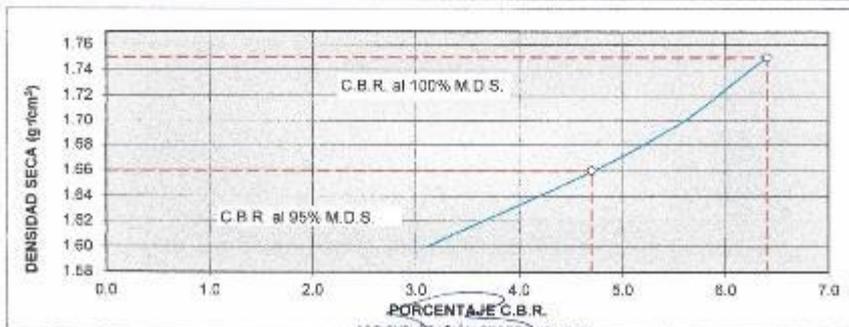
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	6.40
Humedad Óptima (%)	16.53%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	4.70



Carga (1<sup>o</sup>): 640lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 1040lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 520lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 850lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (5<sup>o</sup>): 310lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (6<sup>o</sup>): 510lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DNI

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Calle 10 de Agosto Arraigado de Bani  
INSTRUMENTACIÓN  
REC. 029-96144530

**Anexo 15. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC**

 A&C Ingeniería Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187	
<b>Código</b> : L - G - 013	<b>Fecha</b> : 28/04/2022	<b>Versión</b> : 02	<b>Página</b> : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de ensayo : 28/11/2022 Muestra: Natural + 5% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 04	C - 04		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.3	62.8		
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.2		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.99	76.13		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.03	738.17		
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.2		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99913	0.99929		
Gravedad Específica (G20°C)	2.52	2.52		
Promedio	2.52			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C INGENIERÍA GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Oficina de Control de Calidad  
 Ing. [Nombre]

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° 187	
Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	Versión : 01	Página : 01 de 01

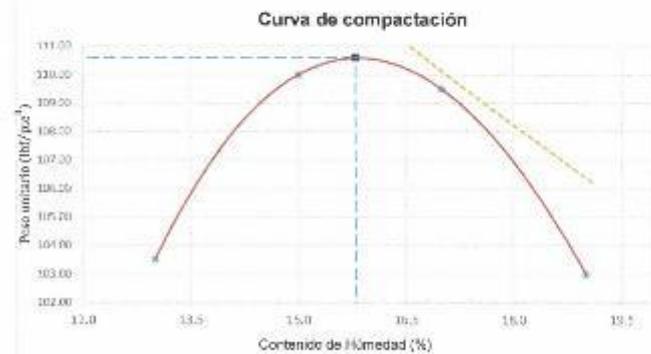
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plazón	Manual	Calicata	C - 04	Coeff. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 5% Bagazo	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5565	5710	5735	5646
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1779	1924	1949	1860
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.875	2.027	2.054	1.960
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		10	2	32	16
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	746.35	659.66	807.13	745.52
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	668.38	585.46	608.65	642.98
Masa de Tara	(g)	79.16	94.16	96.54	100.16
Masa del Agua	(g)	77.37	74.2	103.48	103.24
Masa del Suelo Seco	(g)	589.82	491.3	602.12	542.82
Contenido de Agua	(%)	13.10	15.10	17.20	19.10
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.658	1.761	1.753	1.646
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.26	17.27	17.19	16.14
Peso Unitario Seco	(lbf/pie <sup>3</sup> )	103.51	109.94	109.44	102.75



Peso unitario seco máximo	110.50 lbf/pe <sup>3</sup>
	17.36 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.770 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	-- lbf/pe <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	-- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	-- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Gravedad Específica<sup>(\*)</sup> : 2.52

**Observaciones** :  
 \* Referirse al Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (SUCS) - (S 1710 - 14).  
 \* Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido verificados por el INACAL - CV.

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Abigail Arrunategui Becerra  
 INGENIERA GEOTÉCNICA  
 REG. COG. N° 179520



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 03

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	6		1		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,856	11,939	12,011	12,119	11,048	11,253
PESO DE MOLDE (g)	6,972	6,972	7,451	7,451	6,752	6,752
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4884	4967	4560	4668	4296	4501
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,379	2,379	2,304	2,304	2,285	2,285
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.09	1.98	2.03	1.88	1.97
TARA N°	2	12	10	25	18	66
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	135.58	142.53	143.80	143.10	138.29	150.14
PESO TARA + SUELO SECO (g)	128.06	133.25	135.15	133.36	131.81	137.70
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.52	9.28	8.65	9.74	6.48	12.44
PESO DE TARA (g)	81.06	79.65	82.46	80.64	91.50	78.13
PESO DE SUELO SECO (g)	47	53.6	52.69	52.72	40.3	59.57
HUMEDAD (%)	16.00%	17.31%	16.42%	18.47%	16.08%	20.88%
DENSIDAD SECA	1.77	1.78	1.70	1.71	1.62	1.63

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
2-Dic	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
3-Dic	4.00 p.m.	24 hrs	10.350	10.350	8.90	10.490	10.490	9.02	10.740	10.740	9.23
4-Dic	4.00 p.m.	48 hrs	11.030	11.030	9.48	11.350	11.350	9.76	11.560	11.560	9.94
5-Dic	4.00 p.m.	72 hrs	12.860	12.860	11.06	12.950	12.950	11.23	13.580	13.580	11.68
6-Dic	4.00 p.m.	96 hrs	13.860	13.860	11.92	14.140	14.140	12.16	14.740	14.740	12.67

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 6				MOLDE N° 1				MOLDE N° 7			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		35.50	78.1	26.00		28.60	62.9	21.00		17.70	38.9	13.00	
0.040		75.00	165.0	55.00		61.40	135.1	45.00		36.80	81	27.00	
0.060		109.10	240.0	80.00		88.60	194.9	65.00		53.20	117	39.00	
0.080		144.50	317.9	106.00		117.30	258.1	86.00		69.50	152.9	51.00	
0.100	1000	180.00	396.0	132.00	13.20	145.90	321	107.00	10.70	87.30	192.1	64.00	6.40
0.200	1500	293.20	645.0	215.00		237.30	522.1	174.00		141.80	312	104.00	
0.300		372.30	819.1	273.00		301.40	663.1	221.00		180.00	396	132.00	
0.400		414.50	911.9	304.00		335.50	738.1	246.00		210.00	462	154.00	
0.500		450.00	990.0	330.00		355.90	784.1	268.00		218.20	480	160.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 130 de 157

LABORATORIO GEOTECNICAS S.R.L.  
INGENIEROS SUPLENTE  
REG. CIP. N° 174570



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUL - 2022

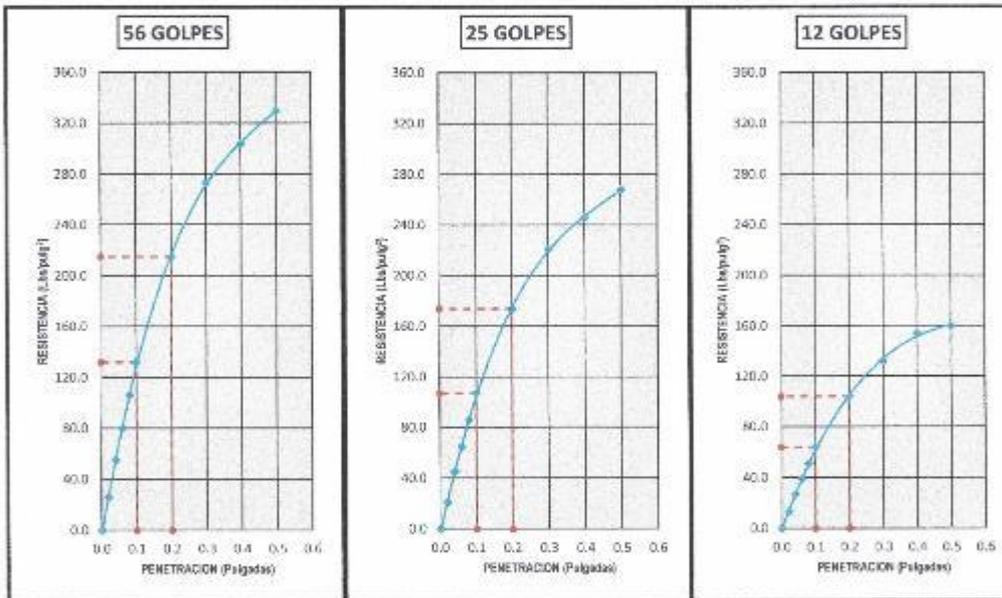
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

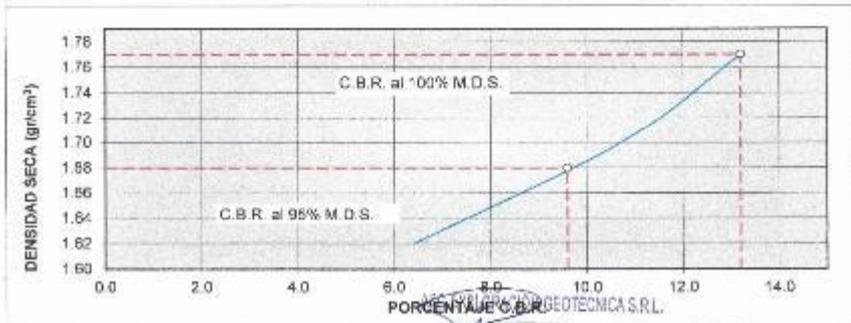
Muestra: Natural + 5% Bagazo

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	13.20
Humedad Óptima (%)	16.00%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.60



Carga (1<sup>ª</sup>): 132lb/pulg²    Carga (2<sup>ª</sup>): 215lb/pulg²    Carga (3<sup>ª</sup>): 307lb/pulg²    Carga (4<sup>ª</sup>): 374lb/pulg²    Carga (5<sup>ª</sup>): 64lb/pulg²    Carga (7<sup>ª</sup>): 104lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 28/11/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 04	C - 04	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.5	63.0	
Temperatura ambiente (°C)	23.1	23.5	
N° Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.12	75.84	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.27	738.06	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.6	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99919	
Gravedad Específica (G20°C)	2.53	2.53	
Promedio	2.53		

Observaciones :

.....

.....

.....

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arrunategui Bocan  
 INGENIERO SUPERIOR  
 R.T.C. - CIP. N° 174320

Página 148 de 157

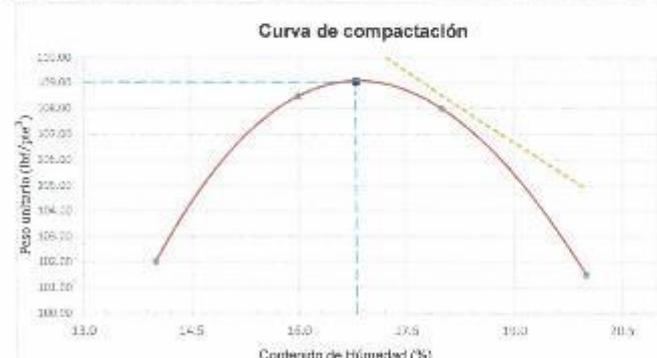
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 28/11/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Píson	Manual	Calicata	C-04	Clasif. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	Natural + 10% Bagazo	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5551	5706	5726	5633
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1765	1920	1940	1947
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.860	2.023	2.044	1.946
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		41	55	54	48
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		845.33	699.64	756.16	741.19
Masa Suelo Seco + Tara (g)		751.98	614.85	656.03	632.01
Masa de Tara (g)		85.16	90.46	103.35	87.46
Masa del Agua (g)		94.35	84.79	100.13	109.18
Masa del Suelo Seco (g)		666.82	524.39	552.68	544.55
Contenido de Agua (%)		14.10	16.20	18.10	20.00
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.630	1.741	1.731	1.622
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.99	17.07	16.98	15.91
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		101.75	108.69	108.06	101.26



Peso unitario seco máximo	109.00 lb/ft <sup>3</sup> 17.12 kN/cm <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.75 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado # (*)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada # (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.00 %
Ó. C. H. modificado # (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica # (*)	2.53
---------------------------	------

**Observaciones** : # Realizar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4753 - 14).  
 \* Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método A.  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Cristian Miguel Arrandero Becerra  
 Ingeniero Civil - Geotécnico  
 Reg. N° 10.142



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calcula: C - 01

Fecha de Ensayo : 2/12/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)													
MOLDE N°	10			4			8						
CAPAS N°	5			5			5						
N° DE GOLPES POR CAPA	56			25			12						
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA	SIN MOJAR		MOJADA				
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	13,038		13,129	12,110		12,218	13,671		13,961				
PESO DEL MOLDE (g)	7,541		7,541	7,568		7,568	7,646		7,646				
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	5,497		5,588	4,542		4,650	6,025		6,315				
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,684		2,684	2,302		2,302	3,217		3,217				
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.05		2.08	1.97		2.02	1.87		1.96				
TARA N°	40		52	15		85	65		12				
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	119.90		138.68	130.50		147.19	136.52		144.75				
PESO TARA + SUELO SECO (g)	111.90		128.86	121.35		136.91	129.63		131.70				
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8		9.82	9.19		10.28	6.89		13.05				
PESO DE TARA (g)	64.90		75.26	68.65		84.19	89.32		72.13				
PESO DE SUELO SECO (g)	47		53.6	52.89		52.72	40.3		59.57				
HUMEDAD (%)	17.02%		18.32%	17.44%		19.50%	17.09%		21.91%				
DENSIDAD SECA	1.75		1.76	1.68		1.69	1.60		1.61				
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm.	%		mm.	%		mm.	%		
2 Dic	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000		
3-Dic	4:00 p.m.	24 hrs	9.460	9.460	8.13	9.190	9.190	7.90	9.650	9.650	8.30		
4 Dic	4:00 p.m.	48 hrs	10.680	10.680	9.18	10.760	10.760	9.25	11.480	11.480	9.87		
5-Dic	4:00 p.m.	72 hrs	11.480	11.480	9.87	12.460	12.460	10.71	13.740	13.740	11.81		
6-Dic	4:00 p.m.	96 hrs	12.970	12.970	11.15	13.650	13.650	11.74	14.690	14.690	12.65		
PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 10				MOLDE N° 4				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		39.50	86.9	29.00		32.70	71.9	24.00		19.10	42	14.00	
0.040		83.20	183.0	61.00		68.20	150	50.00		40.90	90	30.00	
0.060		121.40	267.1	89.00		99.50	218.9	73.00		58.60	128.9	43.00	
0.080		159.50	350.9	117.00		129.50	284.9	95.00		77.70	170.9	57.00	
0.100	1000	199.10	438.0	146.00	14.60	162.30	357.1	119.00	11.90	96.80	213	71.00	7.10
0.200	1500	324.50	713.9	238.00		264.50	581.9	194.00		158.20	348	116.00	
0.300		411.80	906	302.00		335.50	738.1	246.00		200.50	441.1	147.00	
0.400		458.20	1008	336.00		406.40	894.1	298.00		231.80	510	170.00	
0.500		497.70	1094.9	365.00		445.40	984.1	298.00		242.70	533.9	178.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Miguel Arruñategui Brown  
Ingeniero Superior  
Código: 100.174620

Página 132 de 157



ASC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

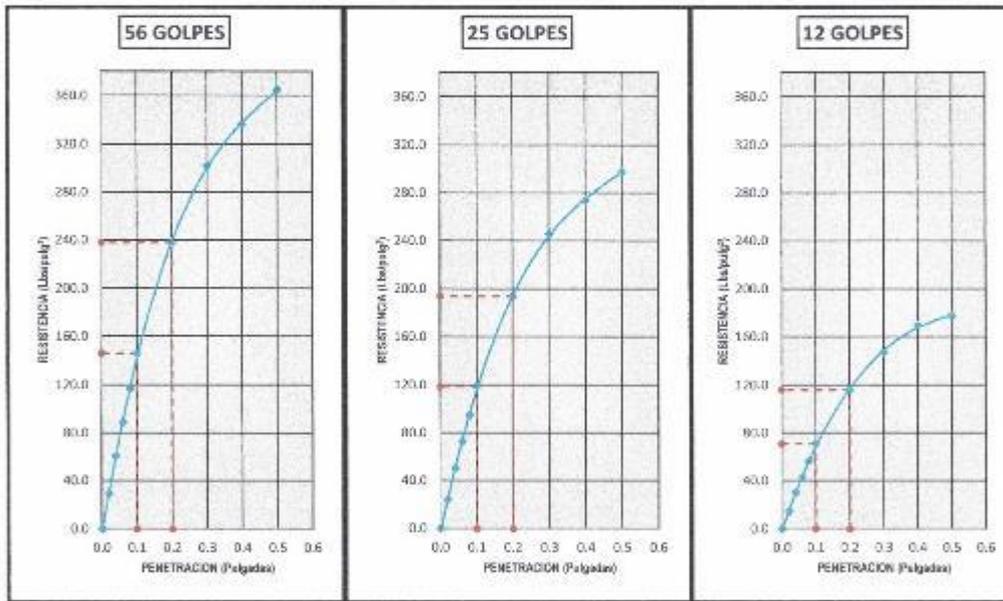
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

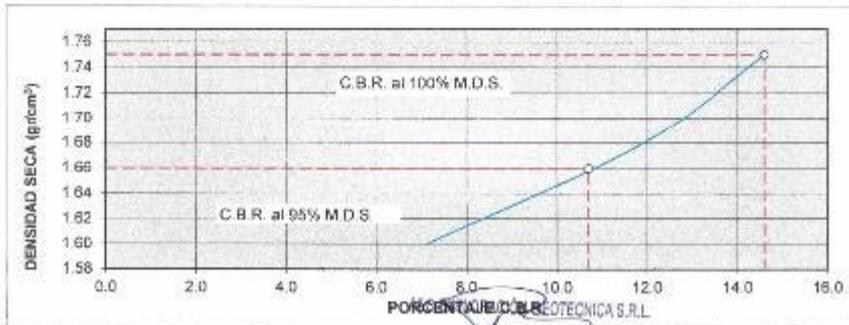
Muestra: Natural + 10% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	14.60
Humedad Óptima (%)	17.02%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	10.70



Carga (1<sup>o</sup>): 148 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 296 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 119 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 238 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 71 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 142 lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL.

*Esteban Miguel Armategui Basso*  
Ingeniero Geotécnico  
Instituto Argentino de Normalización y Certificación (INACAL)

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 <b>INACAL</b> DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N° LE - 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/12/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 04	C - 04		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	62.8	63.6		
Temperatura ambiente (°C)	23.4	23.2		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	75.66	75.97		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.16	738.41		
Temperatura del agua (°C)	23.5	23.1		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99921	0.99931		
Gravedad Específica (G20°C)	2.55	2.55		
Promedio	2.55			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
Carlos Miguel Arroyave  
Ingeniero SUPERVISOR  
REG. CUS N° 174620

Página 149 de 157

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro MLES-187</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

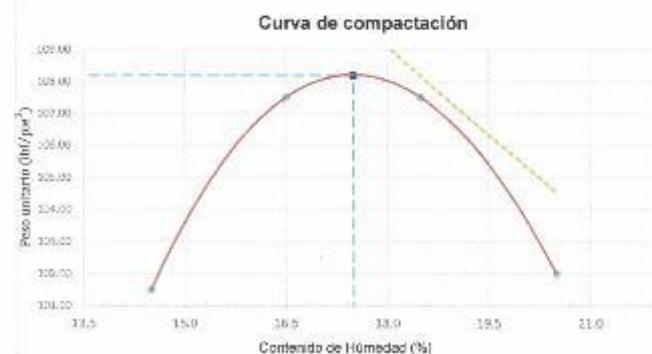
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 1/12/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141-1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Píñon	Manual	Calicata	C-04	Clasificación (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 15% Bagazo	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		2536	5689	5722
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1770	1903	1936
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.865	2.005	2.040
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		20	1	21
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		745.31	626.35	741.15
Masa Suelo Seco + Tara (g)		660.65	547.35	637.68
Masa de Tara (g)		74.46	69.66	81.16
Masa del Agua (g)		85.66	79	103.47
Masa del Suelo Seco (g)		585.19	477.69	556.52
Contenido de Agua (%)		14.60	16.50	18.60
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.627	1.721	1.720
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		15.96	16.88	16.87
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		101.57	107.44	107.38



Peso unitario seco máximo	108.00 lb/ft <sup>3</sup>
	16.97 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.73 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	— lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	— g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.50 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	— %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	—	—
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	—	—
Masa Total (kg)	—	—

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	—	—
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	—	—
Masa Total (kg)	—	—

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.55
------------------------------------	------

Página 122 de 157

Observaciones : <sup>(\*)</sup> Referir a: Cálculo de Contenido de Peso Unitario y Contenido de Humedad (SUE-19).  
<sup>(\*)</sup> Ensayo realizado por la NTP 339.141-1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
<sup>(\*)</sup> Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Ing. Miguel Arcevaldo Ordoñez  
 SUPERVISOR



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	6		2		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	36		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,811	11,882	12,188	12,288	10,998	11,201
PESO DEL MOLDE (g)	6,972	6,972	7,600	7,600	6,757	6,752
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,839	4,920	4,588	4,688	4,246	4,449
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,379	2,379	2,343	2,343	2,285	2,285
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.07	1.96	2.01	1.86	1.95
TARA N°	21	20	25	17	16	65
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	130.87	145.88	136.33	142.04	115.88	153.94
PESO TARA + SUELO SECO (g)	122.62	135.77	126.86	132.08	108.78	140.57
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.25	10.11	9.47	10.56	7.1	13.37
PESO DE TARA (g)	75.61	82.16	74.16	79.35	68.48	80.99
PESO DE SUELO SECO (g)	47.01	53.61	52.7	52.73	40.3	59.58
HUMEDAD (%)	17.55%	18.86%	17.97%	20.03%	17.61%	22.44%
DENSIDAD SECA	1.73	1.74	1.66	1.67	1.58	1.59

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
5-Dic	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
6-Dic	4:00 p.m.	24 hrs	7.850	7.800	6.76	7.970	7.970	6.85	8.690	8.690	7.47
7-Dic	4:00 p.m.	48 hrs	8.250	8.260	7.10	8.480	8.480	7.25	9.580	9.580	8.24
8-Dic	4:00 p.m.	72 hrs	9.750	9.750	8.38	9.950	9.950	8.56	11.090	11.090	9.48
9-Dic	4:00 p.m.	96 hrs	11.650	11.650	10.02	11.750	11.750	10.10	12.650	12.650	10.88

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 6				MOLDE N° 2				MOLDE N° 7			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		43.60	95.9	32.00		35.50	78.1	26.00		21.80	48	16.00	
0.040		92.70	203.9	68.00		75.00	165	55.00		45.00	99	33.00	
0.060		135.00	297.0	99.00		109.10	240	80.00		65.50	144.1	48.00	
0.080		177.30	390.1	130.00		144.50	317.9	106.00		85.90	189	63.00	
0.100	1000	220.90	486.0	162.00	16.20	180.00	396	132.00	13.20	107.70	236.9	79.00	7.90
0.200	1500	360.00	792.0	264.00		293.20	643	215.00		175.90	387	129.00	
0.300		456.80	1005	335.00		372.30	819.1	273.00		223.60	491.9	164.00	
0.400		508.60	1118.9	373.00		414.56	914.9	304.00		259.10	570	190.00	
0.500		552.30	1215.1	405.00		450.00	990	330.00		270.00	594	198.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristina M. ...*  
 INGENIERA EN GEOTECNICA S.R.L.  
 INGENIERA EN GEOTECNICA S.R.L.



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

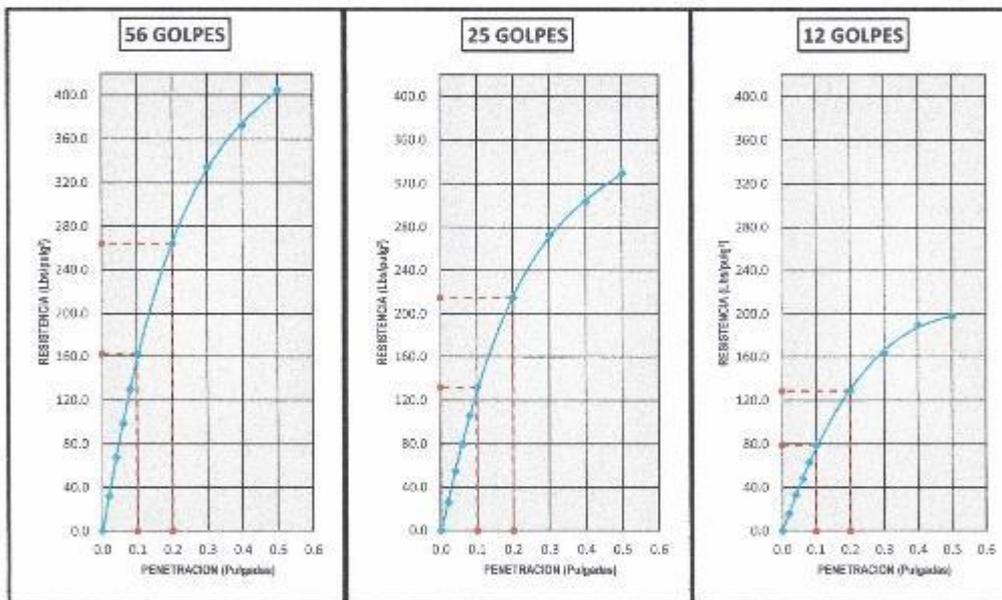
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

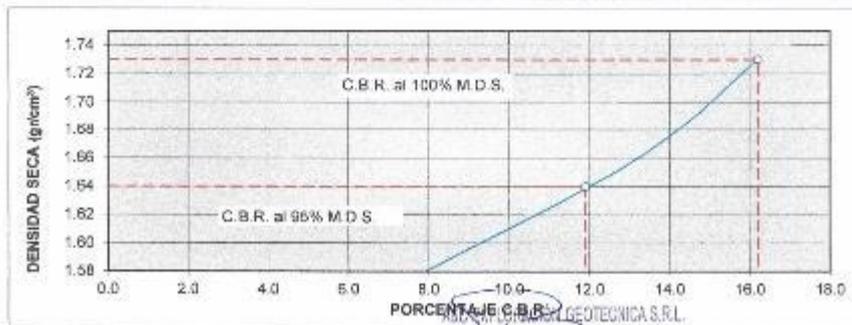
Muestra: Natural + 15% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.73	C.B.R. al 100% de M.D.S. [%]	16.20
Humedad Óptima (%)	17.55%	C.B.R. al 95% de M.D.S. [%]	11.90



Carga (1<sup>o</sup>): 162 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 164 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 132 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 135 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 79 lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 82 lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*Cristina María Arzopine*  
Geotecnicista S.R.L.

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA          DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO          RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS          SÓLIDAS DE UN SUELO          NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Control Acreditado Registro N° LE - 187	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 1/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
 Método Seco  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

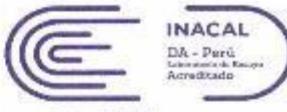
Calicata	C - 04	C - 04		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	63.5	63.9		
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.5		
N° Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	76.23	75.64		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	736.79	736.45		
Temperatura del agua (°C)	23.4	23		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99924	0.99933		
Gravedad Específica (G <sub>20</sub> °C)	2.41	2.41		
Promedio	2.41			

Observaciones :

-----  
 -----  
 -----

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Christian David Arrabalgui Brown  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 N° 179570

Página 150 de 157

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N°LE - 187</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUF - 2072  
 Fecha de Ensayo : 1/12/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>3</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pésón	Manual	Calicata	C 04	Gravim. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	Natural + 20% Bagazo	Humedad (%)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5513	5646	5674	5585
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1727	1860	1888	1799
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.820	1.960	1.989	1.896
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		14	51	13	65
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	841.15	645.22	794.16	695.16
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	752.98	574.03	692.65	599.12
Masa de Tara	(g)	84.16	103.12	101.15	98.16
Masa del Agua	(g)	88.18	71.19	101.51	96.04
Masa del Suelo Seco	(g)	668.82	470.92	591.5	500.96
Contenido de Agua	(%)	13.20	15.10	17.20	19.20
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.608	1.703	1.697	1.591
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.77	16.70	16.64	15.60
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	100.38	106.31	105.94	99.52



Peso unitario seco máximo	107.00 lb/ft <sup>3</sup> 16.81 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.71 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>Ø</sup> (%)	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>Ø</sup> (%)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	16.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>Ø</sup> (%)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>Ø</sup> (*)	2.41
--------------------------------------	------

**Observaciones**

1. <sup>Ø</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (ASTM D 4753 - 13)

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco

3. (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Cristina María Hernández Escamero  
 INGENIERO SUPERVISORA  
 REG. N° 10.000



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata : C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE Nº	4		6		5	
CAPA Nº	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,135	12,213	11,516	11,623	11,805	12,005
PESO DEL MOLDE (g)	7,568	7,568	6,972	6,972	7,636	7,636
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,567	4,645	4,544	4,651	4,169	4,369
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,379	2,379	2,302	2,302
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	1.98	2.02	1.91	1.96	1.81	1.90
TARA Nº	13	5	15	32	15	74
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	138.74	142.59	131.05	144.68	119.49	150.75
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.20	133.29	122.38	134.92	112.99	138.28
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.54	9.3	8.67	9.76	6.5	12.47
PESO DE TARA (g)	84.16	79.65	69.65	82.16	72.64	78.67
PESO DE SUELO SECO (g)	47.04	53.64	52.73	52.76	40.4	59.61
HUMEDAD (%)	16.02%	17.34%	16.44%	18.50%	16.11%	20.92%
DENSIDAD SECA	1.71	1.72	1.64	1.65	1.55	1.57

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
5-Dic	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
6-Dic	4.00 p.m.	24 hrs	5.680	5.680	4.88	6.180	6.180	5.31	6.410	6.410	5.51
7-Dic	4.00 p.m.	48 hrs	7.500	7.590	6.53	7.290	7.290	6.27	7.680	7.680	6.60
8-Dic	4.00 p.m.	72 hrs	8.170	8.170	7.02	8.350	8.350	7.18	8.170	8.170	7.02
9-Dic	4.00 p.m.	96 hrs	9.070	9.070	7.80	9.670	9.670	8.31	10.020	10.020	8.62

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 6				MOLDE Nº 5			
		CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION			CARGA	CORECCION		
			Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>		%	Lectura	lbs		lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura
0.020		47.70	104.9	35.00		38.20	84	28.00		25.20	51	17.00	
0.040		98.20	216.0	72.00		80.50	177.1	59.00		47.70	104.9	35.00	
0.060		143.20	315.0	105.00		117.30	258.1	86.00		69.50	152.9	51.00	
0.080		188.20	414.0	138.00		154.10	339	113.00		91.40	201.1	67.00	
0.100	1000	235.90	519.0	173.00	17.30	192.30	423.1	141.00	14.10	114.50	251.9	84.00	8.40
0.200	1500	384.50	845.9	282.00		313.60	689.8	230.00		186.80	411	137.00	
0.300		488.20	1074	358.00		398.20	876	292.00		237.30	522.1	174.00	
0.400		542.70	1193.9	398.00		441.80	973	324.00		275.50	606.1	202.00	
0.500		590.50	1299.1	433.00		481.40	1054.1	353.00		286.40	630.1	210.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristóbal Miguel Arceategui Brusca  
INGENIERO EN GEOTECNICA S.R.L.  
CIP Nº 174010

Página 136 de 157



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

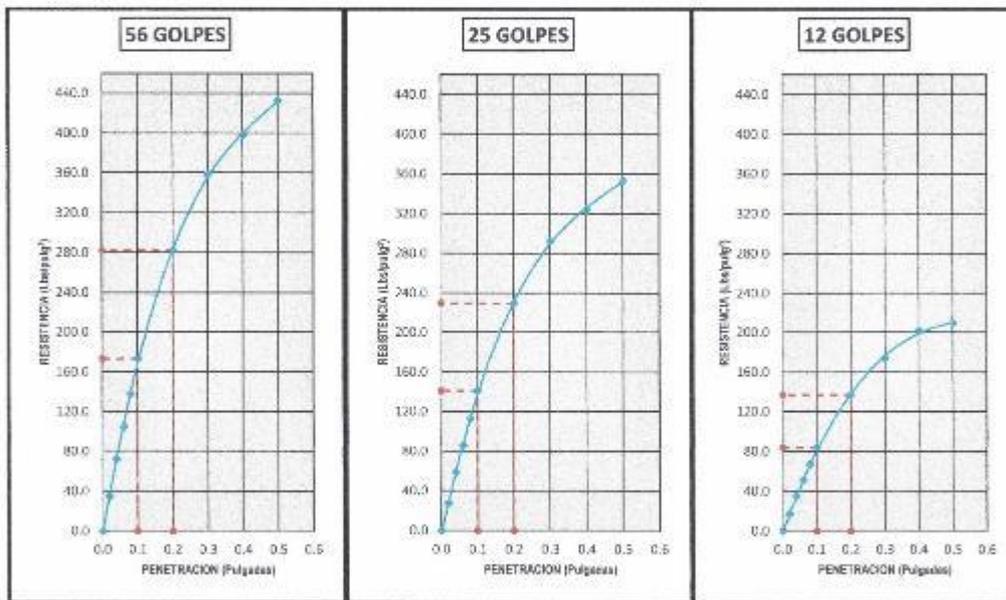
#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 5/12/2022

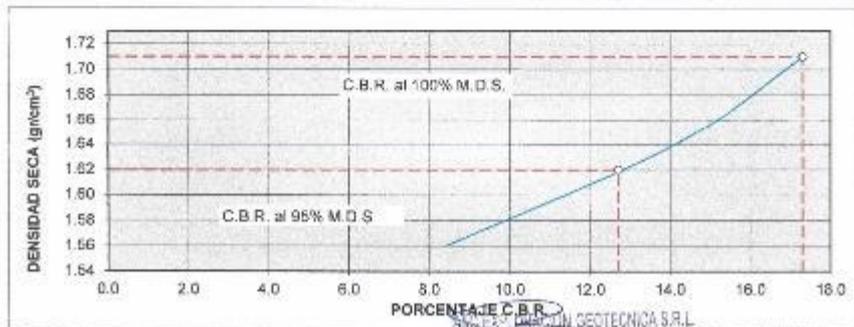
Calcota: C - 01  
Muestra: Natural + 20% Bagazo

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	C.B.R. al 100% de M.O.S. [%]	17.30
Humedad Óptima [%]	16.03%	C.B.R. al 95% de M.O.S. [%]	12.70



Carga (1<sup>o</sup>): 378Lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 353Lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 343Lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 330Lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (5<sup>o</sup>): 314Lb/pulg<sup>2</sup>    Carga (6<sup>o</sup>): 297Lb/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Signature]*  
 Cristian Noel Argueta de Rosas  
 INGENIERO SUPLENTE  
 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**Anexo 16. Propiedades Mecánicas del Suelo Patrón 4 + CBC + YUTE**

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> <b>NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>		 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º LE - 197
	Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de ensayo : 1/12/2022 Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

**Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo**  
**Método Seco**  
**NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)**

Calicata	C - 04	C - 04		
Muestra	M - 01	M - 01		
Humedad relativa (%)	62.6	63.2		
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.1		
Nº Picnómetro	3	3		
Masa de la muestra seca (g)	77.46	75.44		
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19		
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739.65	738.42		
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.4		
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99924		
Gravedad Específica (G20°C)	2.58	2.58		
Promedio	2.58			

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Coordinador de los Acreditados de Ensayos  
 INGENIERO QUÍMICO  
 N.º CIP: 174220

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayos Acreditado Registro N.º 187</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

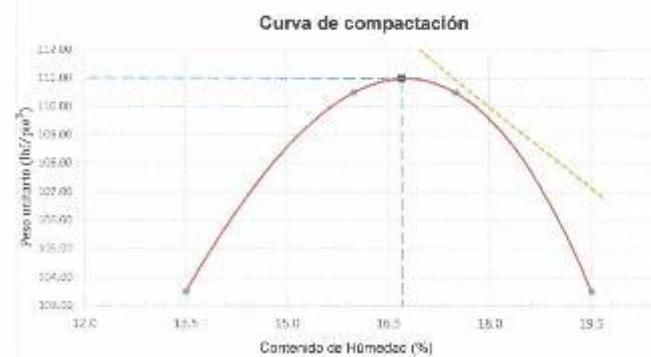
**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUF - 2022  
 Fecha de Ensayo : 1/12/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pídon	Manual	Calicata	C - 04	Gasfco. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	arena + 5% Esparto + 0.75% fango	Humedad (*)	---

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5571	5791	5768	5671
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1785	1945	1977	1885
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.881	2.050	2.083	1.986
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		85	71	19	65
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		613.35	745.16	695.29	802.31
Masa Suelo Seco + Tara (g)		549.74	657.64	606.02	686.23
Masa de Tara (g)		84.16	103.11	101.15	98.16
Masa del Agua (g)		63.61	87.52	89.27	116.08
Masa del Suelo Seco (g)		465.58	554.53	504.87	588.07
Contenido de Agua (%)		13.70	15.80	17.70	19.70
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.554	1.770	1.770	1.659
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		16.22	17.36	17.36	16.27
Peso Unitario Seco (lb/ft <sup>3</sup> )		103.25	110.50	110.50	103.57



Peso unitario seco máximo	111.50 lb/ft <sup>3</sup>
	17.52 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.79 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	--- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %		
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %		
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica <sup>(*)</sup>	2.58
------------------------------------	------

Página 124 de 157

**Observaciones**

1) <sup>(\*)</sup> Reducir a Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM - D 4738 - 03).  
 \* Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.  
 (\*) Los métodos incluidos no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

*Cristian Manuel Arrarasqui Rosas*  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 INACAL - DA



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.S.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB-G-014      Fecha : 30-07-2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 5/12/2022

Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	6		9		7	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,932	12,018	11,881	11,999	11,121	11,329
PESO DEL MOLDE (g)	6,972	6,972	6,864	6,864	6,752	6,752
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,960	5,046	5,017	5,135	4,369	4,577
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,379	2,379	2,495	2,495	2,285	2,285
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.08	2.12	2.01	2.06	1.91	2.00
TARA N°	52	65	48	7	64	88
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	129.44	152.53	130.87	147.92	117.18	156.55
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.68	142.98	121.95	137.91	110.50	143.91
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	7.76	9.55	8.92	10.01	6.68	12.75
PESO DE TARA (g)	74.85	89.35	69.23	85.16	70.16	84.31
PESO DE SUELO SECO (g)	47.03	53.63	52.72	52.75	40.3	59.6
HUMEDAD (%)	16.50%	17.81%	16.92%	18.98%	16.56%	21.39%
DENSIDAD SECA	1.79	1.80	1.72	1.73	1.64	1.65

#### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
5 Dic	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
6 Dic	4.00 p.m.	24 hrs	6.380	6.380	5.49	6.480	6.480	5.57	6.740	6.740	5.80
7 Dic	4.00 p.m.	48 hrs	8.160	8.160	7.02	8.870	8.870	7.63	8.990	8.990	7.73
8 Dic	4.00 p.m.	72 hrs	8.780	8.780	7.55	8.390	8.390	7.21	9.250	9.250	7.96
9 Dic	4.00 p.m.	96 hrs	9.430	9.430	8.11	9.650	9.650	8.30	10.240	10.240	8.80

#### PENETRACION

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 6				MOLDE N° 9				MOLDE N° 7			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		27.30	60.1	20.00		21.80	48	16.00		13.60	29.9	10.00	
0.040		57.30	126.1	42.00		46.40	102.1	34.00		27.30	60.1	20.00	
0.060		84.50	185.9	62.00		68.20	150	50.00		40.50	90	30.00	
0.080		110.50	243.1	81.00		90.00	198	66.00		53.20	117	39.00	
0.100	1000	137.70	302.9	101.00	10.10	111.80	246	82.00	8.20	66.80	147	49.00	4.90
0.200	1500	225.00	495.0	165.00		182.70	401.9	134.00		109.10	240	80.00	
0.300		285.00	627	209.00		231.80	510	170.00		137.70	302.9	101.00	
0.400		316.40	696.1	232.00		252.70	556.9	188.00		160.00	354	118.00	
0.500		345.00	759.0	253.00		279.50	614.9	205.00		167.70	368.9	123.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 138 de 157

*Cristian Miguel Arrascaeta Brown*  
INGENIERO SUBCONSTRUCTOR  
REG. C.R. N° 176250



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

## CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014      Fecha : 30 - 07 - 2020      Versión : 01      Página : 01 de 01

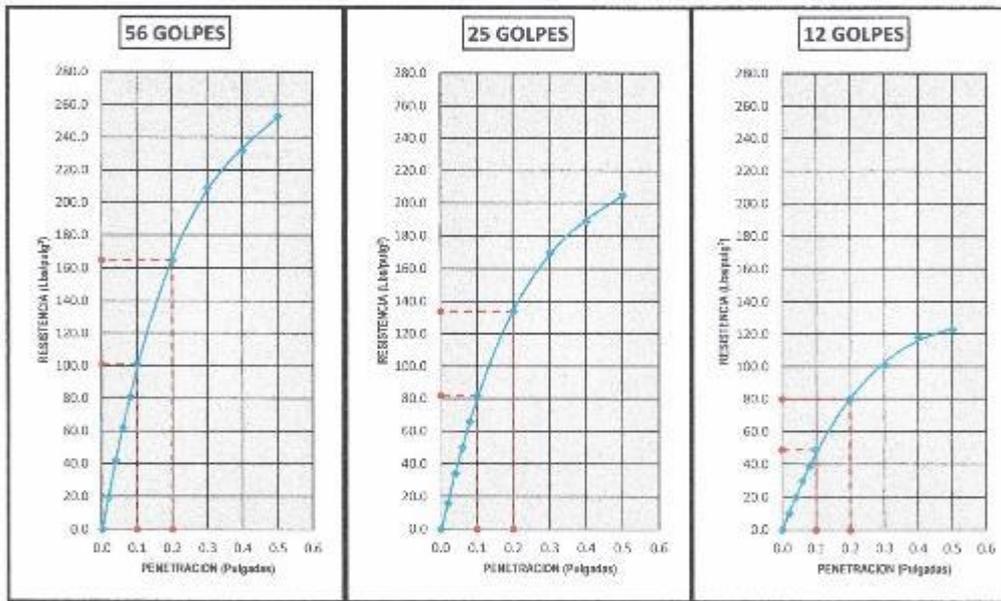
### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022  
Fecha de Ensayo : 5/12/2022

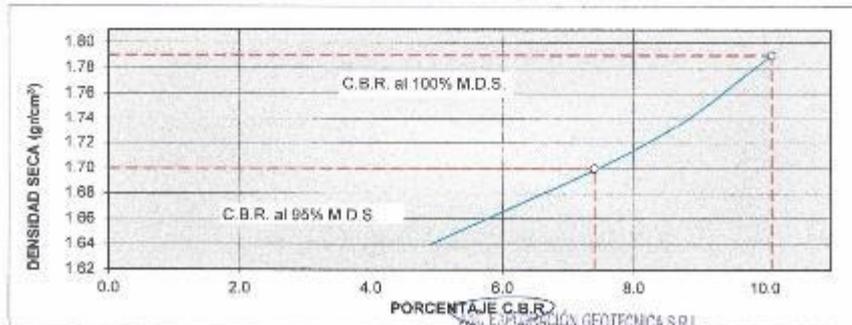
Calicata: C - 01  
Muestra: Natural + 5% Bagazo + 0.75% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.79	C.B.R. al 100% de M.O.S. [%]	10.10
Humedad Óptima [%]	16.50%	C.B.R. al 95% de M.O.S. [%]	7.40



Carga (1°): 101 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2°): 165 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (3°): 82 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (4°): 134 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (5°): 49 lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (6°): 80 lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristian Alvarado  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 REG. CIP. N° 174330

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<p><b>MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO</b> NTP 339.131 / 1999 Rev.01</p>	 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N.º LE - 187</p>	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

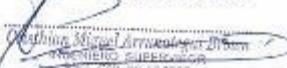
Fecha de ensayo : 3/12/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
Método Seco  
NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 04	C - 04	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.6	62.8	
Temperatura ambiente (°C)	23.2	23.4	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.55	76.20	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739.01	738.79	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.7	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99917	
Gravedad Especifica (G20°C)	2.57	2.57	
Promedio	2.57		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
 Christian Miguel Arroyave  
 INGENIERO SUPERIOR  
 N.º 100.000.000.000

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>METODO DE ENSAYO PARA LA COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO PROCTOR MODIFICADO (NTP 339.141) / 1999 Rev.01</b>		 <p>INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187</p>
	Código : L - G - 015	Fecha : 29/04/2020	

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

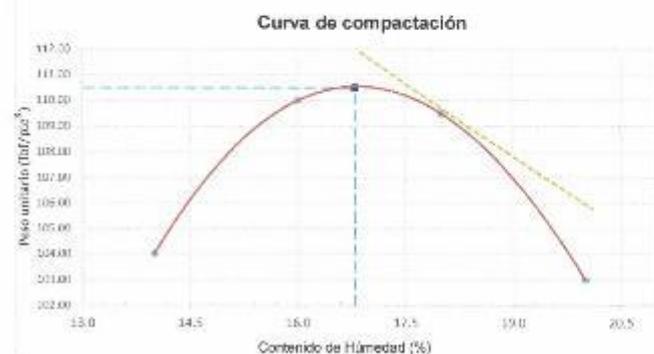
O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de Ensayo : 3/12/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada [2700 kN-m/m<sup>3</sup>] NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plisón	Manual	Calicata	C - 04	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	Natural + 10% Rizado + 1% Lim	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION					
Número de molde		2	2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5585	5726	5750	5666
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1799	1940	1964	1880
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.896	2.044	2.070	1.961
CONTENIDO DE HUMEDAD					
N° Tara		23	30	21	17
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	846.35	656.26	715.19	794.18
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	750.65	578.65	618.91	675.65
Masa de Tara	(g)	74.16	96.65	85.34	87.19
Masa del Agua	(g)	95.7	77.61	96.28	118.53
Masa del Suelo Seco	(g)	676.49	482	533.57	588.45
Contenido de Agua	(%)	14.10	16.10	18.00	20.10
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.662	1.761	1.754	1.649
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	16.30	17.17	17.20	16.17
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	103.76	109.94	109.50	102.94



Peso unitario seco máximo	110.50 lb/ft <sup>3</sup>
	17.36 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.77 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>(*)</sup>	-- lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>(*)</sup>	-- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>(*)</sup>	-- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/8 " ≤ 20 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Método C		
Ret. Tamiz 3/8 " > 20 %	--	--
Ret. Tamiz 3/4 " ≤ 30 %	--	--
Masa Total (kg)	--	--

Gravedad Específica<sup>(\*)</sup> : 2.57

Página 125 de 157

**Observaciones**

1. <sup>(\*)</sup> Referir al Ensayo de Corrección de Peso Unitario x Contenido de Humedad (NTPM - 0 - 0714 - 17).

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

A&C EXPLORACION GEOTECNICA S.R.L.  
  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 R.C. CP. N° 174222



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	5		1		3	
CAPAS N°	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,406	17,486	12,052	17,160	12,148	12,370
PESO DEL MOLDE (g)	7,636	7,636	7,451	7,451	7,464	7,464
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,770	9,850	4,601	9,709	4,684	4,906
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,304	2,304	2,468	2,468
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.07	2.11	2	2.04	1.9	1.99
TARA N°	12	30	32	15	24	18
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	139.22	156.75	138.27	147.22	126.61	155.33
PESO TARA + SUELO SECO (g)	131.20	146.90	129.06	136.92	119.70	142.25
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.02	9.85	9.21	10.3	6.91	13.08
PESO DE TARA (g)	84.16	93.26	76.33	84.16	79.35	82.64
PESO DE SUELO SECO (g)	47.04	53.64	52.73	52.76	40.4	59.61
HUMEDAD (%)	17.05%	18.36%	17.47%	19.52%	17.13%	21.94%
DENSIDAD SECA	1.77	1.78	1.70	1.71	1.62	1.63

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
7-Dic	4.00 p.m.	0 hrs	3.000			0.000			0.000		0.000
8 Dic	4.00 p.m.	24 hrs	5.760	5.760	4.95	6.020	6.020	5.18	6.320	6.320	5.43
9 Dic	4.00 p.m.	48 hrs	6.450	6.450	5.55	6.760	6.760	5.81	7.040	7.040	6.05
10-Dic	4.00 p.m.	72 hrs	6.900	6.900	5.93	7.090	7.090	6.10	7.170	7.170	6.17
11-Dic	4.00 p.m.	96 hrs	7.690	7.690	6.61	7.860	7.860	6.76	8.250	8.250	7.09

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 5				MOLDE N° 1				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION		CARGA		CORECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		34.10	75	25.00		28.60	62.9	21.00		16.40	36.1	12.00	
0.040		72.30	159.1	53.00		58.60	128.9	43.00		35.50	78.1	26.00	
0.060		105.00	231.0	77.00		85.90	189	63.00		51.80	114	38.00	
0.080		139.10	306.0	102.00		111.80	246	82.00		68.20	150	50.00	
0.100	1000	173.20	381.0	177.00	12.70	140.50	309.1	103.00	10.30	84.50	185.9	62.00	6.20
0.200	2500	287.30	621.1	207.00		229.10	504	168.00		137.70	302.9	102.00	
0.300		358.60	788.9	263.00		290.50	639.1	213.00		174.50	383.9	128.00	
0.400		398.20	876	292.00		323.20	713	257.00		203.20	447	149.00	
0.500		433.60	953.9	318.00		351.80	774	258.00		211.40	465.1	155.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - OAS

Miguel Arruategui Brown  
INGENIERO GEOTECNICO  
REG. C.T. N° 17433

Página 140 de 157



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

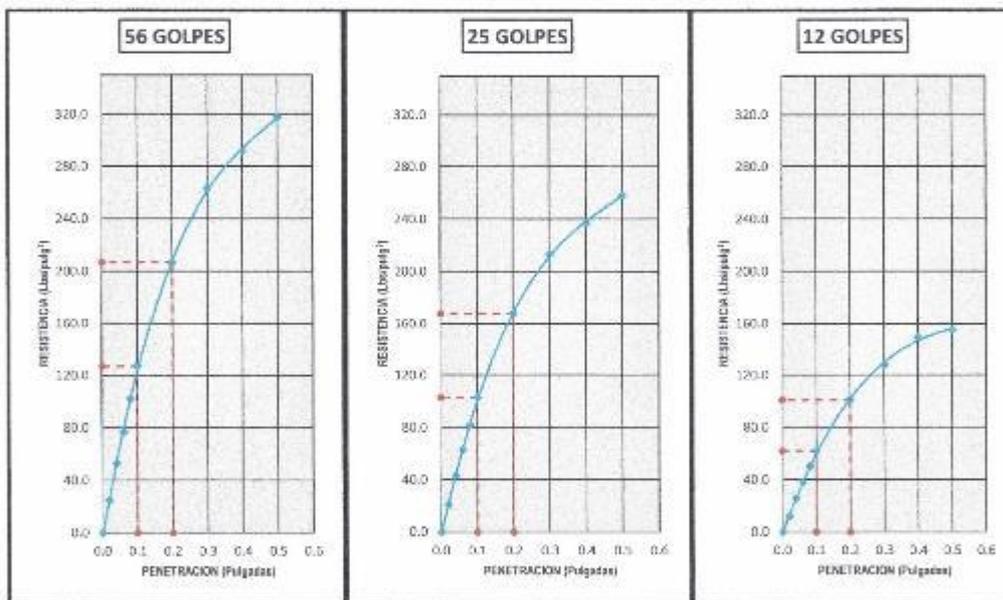
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

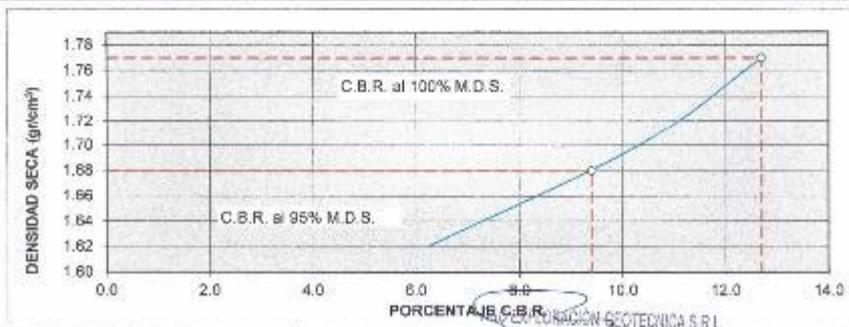
Muestra: Natural + 10% Bagazo + 1% Yute

#### California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.77	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	12.70
Humedad Óptima (%)	17.05%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	9.40



Carga (1°) : 1270 lb/pulg²    Carga (2°) : 400 lb/pulg²    Carga (3°) : 1031 lb/pulg²    Carga (4°) : 1680 lb/pulg²    Carga (5°) : 671 lb/pulg²    Carga (6°) : 1011 lb/pulg²



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 141 de 157

*[Handwritten Signature]*  
 INGENIERO EN GEOTECNICA S.R.L.  
 T.P. C.B.R. N° 1745.30

 ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>MÉTODO DE ENSAYO PARA          DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO          RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS          SÓLIDAS DE UN SUELO          NTP 339.131 / 1999 Rev.01</b>	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N.º 107	
Código : L - G - 013	Fecha : 28/04/2022	Versión : 02	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

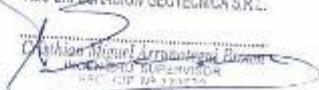
Fecha de ensayo : 3/12/2022

Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

Calicata	C - 04	C - 04	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	62.7	63.5	
Temperatura ambiente (°C)	23.6	23.1	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	77.65	78.98	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	739.59	740.32	
Temperatura del agua (°C)	23.6	23.1	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99919	0.99931	
Gravedad Específica (G <sub>20</sub> °C)	2.56	2.56	
Promedio	2.56		

Observaciones : \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

ABC EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
  
 Cristian Daniel Argandoña Barrantes  
 INGENIERO SUPERVISOR  
 N.º 107 19999

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C-043-SUE-2022  
 Fecha de Ensayo : 3/12/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada [2700 kN·m/m<sup>3</sup>] NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Pisón	Manua	Calicata	C - 01	Coeff. SUCS (*)	---
Método empleado	A			Material	Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yodo	Humedad (*)	---

ENSAYO DE COMPACTACION				
Número de molde		2	2	2
Masa Suelo Húmedo + Molde (g)		5579	5701	5735
Masa del Molde (g)		3786	3786	3786
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )		949	949	949
Masa Suelo Húmedo Compactado (g)		1793	3935	3949
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		1.889	2.038	2.054
CONTENIDO DE HUMEDAD				
N° Tara		10	5	23
Masa Suelo Húmedo + Tara (g)		745.32	626.66	648.66
Masa Suelo Seco + Tara (g)		660.49	549.98	561.56
Masa de Tara (g)		76.98	85.16	91.34
Masa del Agua (g)		84.83	76.68	87.09
Masa del Suelo Seco (g)		589.51	464.87	470.22
Contenido de Agua (%)		14.30	16.50	18.50
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.630	1.732	1.733
Peso Unitario Seco (kN/m <sup>3</sup> )		16.18	16.99	17.00
Peso Unitario Seco (lb/pie <sup>3</sup> )		103.03	108.13	108.19



Peso unitario seco máximo	109.00 lb/pie <sup>3</sup> 17.12 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.75 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>o</sup> (*)	--- lb/pc <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>o</sup> (*)	--- g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	17.50 %
O. C. H. modificado <sup>o</sup> (*)	--- %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	---	---
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 20 %	---	---
Masa Total (kg)	---	---

Gravedad Específica<sup>o</sup> (\*) : 2.5b

**Observaciones**

- 1. <sup>o</sup> Revisar el Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (AGTM - D.4715 - ISL).
- 2. Ensayo realizado por la N° 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco.
- 3. (\*) Los símbolos indicados han sido acreditados por el INACAL - UN.

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 C/Alfonso de Ercilla, 147 - 28014 Madrid (España)  
 Teléfono: +34 91 460 40 00  
 Email: info@acg.es



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 15% Grgazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	7		2		9	
CAPAS N°	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICION DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	11,450	11,530	12,241	12,349	11,557	11,779
PESO DEL MOLDE (g)	6,752	6,752	7,600	7,600	6,864	6,864
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4,698	4,778	4,641	4,749	4,693	4,915
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,285	2,285	2,343	2,343	2,495	2,495
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.06	2.09	1.98	2.03	1.88	1.97
TARA N°	55	14	18	64	84	79
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	129.91	132.88	147.48	132.92	128.59	153.93
PESO TARA + SUELO SECO (g)	121.68	122.79	138.03	122.39	121.50	140.59
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.23	10.09	9.45	10.53	7.09	13.34
PESO DE TARA (g)	74.65	69.16	85.31	69.64	81.16	80.99
PESO DE SUELO SECO (g)	47.03	53.63	52.72	52.75	40.3	59.6
HUMEDAD (%)	17.50%	18.81%	17.92%	19.96%	17.58%	22.38%
DENSIDAD SECA	1.75	1.75	1.68	1.69	1.60	1.61

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
7-Dic	4.00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
8 Dic	4.00 p.m.	24 hrs	5.390	5.390	4.63	5.690	5.690	4.88	5.960	5.960	5.12
9-Dic	4.00 p.m.	48 hrs	6.150	6.150	5.29	6.350	6.350	5.46	6.670	6.670	5.74
10-Dic	4.00 p.m.	72 hrs	7.050	7.050	6.06	7.240	7.240	6.23	7.480	7.480	6.43
11 Dic	4.00 p.m.	96 hrs	7.460	7.460	6.41	7.750	7.760	6.67	8.040	8.040	6.91

PENETRACION													
PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 7				MOLDE N° 2				MOLDE N° 9			
		CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION			CARGA Lectura	CORECCION		
			lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%		lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		45.00	99	33.00		36.80	81	27.00		21.80	48	16.00	
0.040		84.10	207.0	69.00		76.40	168.1	56.00		45.40	102.1	34.00	
0.060		137.70	302.9	101.00		113.80	246	82.00		66.80	147	49.00	
0.080		181.40	399.1	133.00		147.30	324.1	108.00		88.50	194.9	65.00	
0.100	1000	226.40	498.1	155.00	16.60	184.10	405	135.00	13.50	110.50	243.1	81.00	8.10
0.200	1500	369.50	812.9	271.00		300.00	660	220.00		180.00	396	132.00	
0.300		469.10	1032	344.00		380.50	837.1	279.00		229.10	504	168.00	
0.400		520.90	1146	382.00		424.10	932	311.00		254.50	581.9	194.00	
0.500		565.90	1245.0	415.00		460.90	1014	338.00		276.80	609	203.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Cristina María Arruategui Brou  
 Ingeniero Superior de Geotecnia  
 N° 102



A&C Exploración Geotécnica e Ingeniería de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 01

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 - SUE 2022

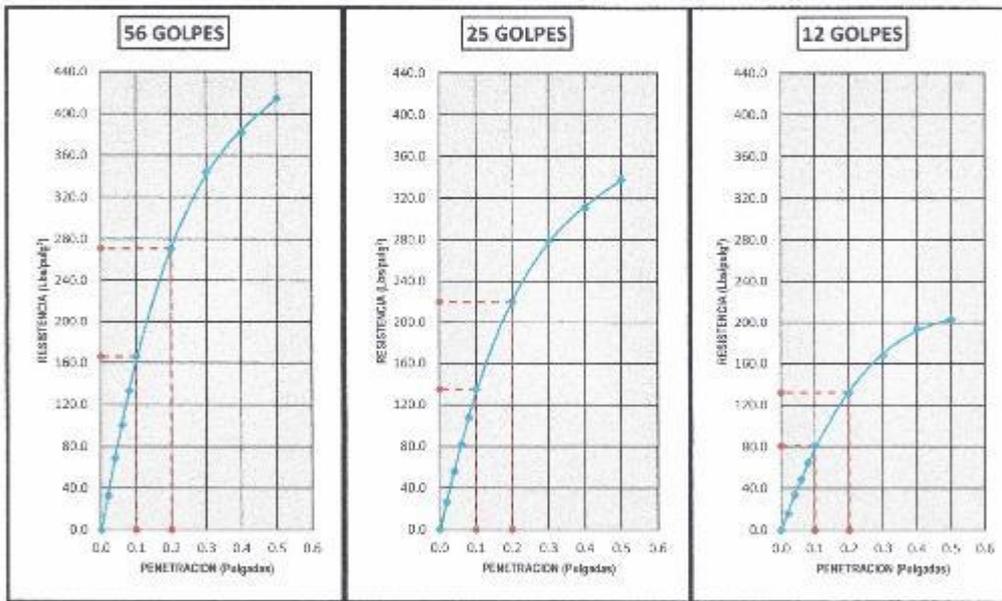
Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

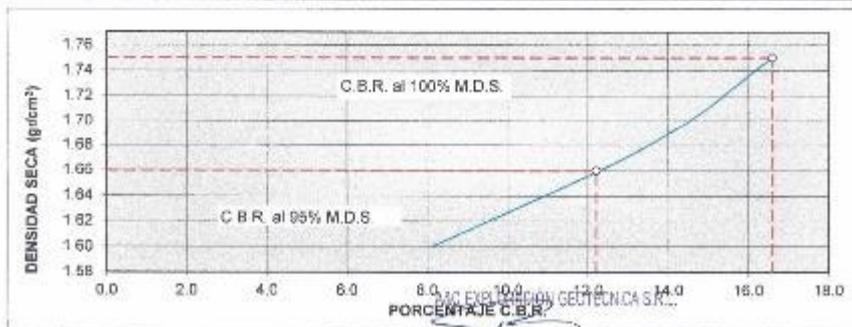
Muestra: Natural + 15% Bagazo + 1.25% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R.  
NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.75	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	16.60
Humedad Óptima (%)	17.50%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	12.20



Carga (1<sup>o</sup>): 166Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 271Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 135Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 223Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (1<sup>o</sup>): 81Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 132Lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Chaitán Muñoz Arriazaletgo Brown  
INGENIERO SUPERIOR  
INACAL - DA

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 112**

Orden de trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022

Fecha de ensayo : 3/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo  
**Método Seco**  
 NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)

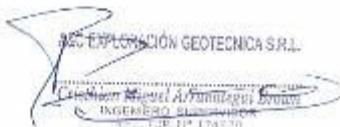
Calicata	C - 04	C - 04	
Muestra	M - 01	M - 01	
Humedad relativa (%)	63.3	62.5	
Temperatura ambiente (°C)	23.1	23.3	
Nº Picnómetro	3	3	
Masa de la muestra seca (g)	76.31	75.16	
Masa del Picnómetro + Agua (g)	692.19	692.19	
Masa del Picnómetro + Agua + Muestra (g)	738.23	737.56	
Temperatura del agua (°C)	23.2	23.4	
Factor por corrección a 20°C (K)	0.99929	0.99924	
Gravedad Específica (G20°C)	2.52	2.52	
Promedio	2.52		

Observaciones :

-----

-----

-----

  
 A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 Miguel A. Santillana Brown  
 INGENIERO EN GEOTÉCNICA  
 N.º 10810

Página 154 de 157

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

O. de Trabajo : A&C - 043 - SUE - 2022  
 Fecha de Ensayo : 3/12/2022

**Método de Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m<sup>2</sup>) NTP 339.141:1999 (Rev. 2019)**

Preparación de la muestra	Húmedo	Tipo de Plisón	Manual	Calicata	C - 04	Clasif. SUCS (*)	
Método empleado	A			Material	natural + 20% Sargol + 1.50% tiza	Humedad (*)	

ENSAYO DE COMPACTACION							
Número de molde		2	2	2	2		
Masa Suelo Húmedo + Molde	(g)	5516	5666	5699	5619		
Masa del Molde	(g)	3786	3786	3786	3786		
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949		
Masa Suelo Húmedo Compactado	(g)	1730	1880	1913	1833		
Densidad Húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.823	1.981	2.016	1.932		
CONTENIDO DE HUMEDAD							
N° Tara		33	51	21	19		
Masa Suelo Húmedo + Tara	(g)	646.26	754.16	802.31	719.32		
Masa Suelo Seco + Tara	(g)	572.65	656.98	689.52	607.75		
Masa de Tara	(g)	84.46	89.26	90.65	78.15		
Masa del Agua	(g)	73.61	97.18	113.79	111.57		
Masa del Suelo Seco	(g)	488.19	567.72	597.87	529.6		
Contenido de Agua	(%)	15.10	17.10	19.00	21.10		
Densidad Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1.584	1.692	1.694	1.595		
Peso Unitario Seco	(kN/m <sup>3</sup> )	15.53	16.59	16.61	15.64		
Peso Unitario Seco	(lb/ft <sup>3</sup> )	98.89	105.63	105.75	99.57		



Peso unitario seco máximo	106.50 lb/ft <sup>3</sup>
	15.73 kN/m <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca	1.71 g/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco máximo modificado <sup>®</sup> (*)	— lb/ft <sup>3</sup>
Densidad Máxima Seca Modificada <sup>®</sup> (*)	— g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido humedad	18.00 %
Ó. C. H. modificado <sup>®</sup> (*)	— %

Método A		
Ret. Tamiz N° 4 ≤ 20 %	0.63	0%
Masa Total (kg)	300	100%

Método B		
Ret. Tamiz N° 4 > 20 %	—	—
Ret. Tamiz 3/8" ≤ 20 %	—	—
Masa Total (kg)	—	—

Método C		
Ret. Tamiz 3/8" > 20 %	—	—
Ret. Tamiz 3/4" ≤ 30 %	—	—
Masa Total (kg)	—	—

Gravedad Específica <sup>®</sup> (*)	2.52
--------------------------------------	------

Página 127 de 157

**Observaciones**

1. <sup>®</sup> Definición: Ensayo de Corrección de Peso Unitario y Contenido de Humedad (ASTM D 4753 - 15)

2. Ensayo realizado por la NTP 339.141:1999 (Rev. 2019), a través del método seco

3. (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.  
 CRISTÓBAL MORALES ARRUDA  
 INGENIERO SUPERIOR EN  
 R.S. CUR. N° 174031



A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

**CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR  
NTP 339.145 (\*)**

Código : LAB - G - 014 Fecha : 30 - 07 - 2020 Versión : 01 Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102**

Orden de Trabajo : A&C - 045 - SUE - 2022

Calicata: C - 01

Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

California Bearing Ratio - C.B.R. NTP 339.145 (Rev. 2019)						
MOLDE N°	5		4		8	
CAPAS N°	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO (g)	12,281	12,360	12,038	12,144	13,572	13,852
PESO DEL MOLDE (g)	7,636	7,636	7,568	7,568	7,646	7,646
PESO DEL SUELO HUMEDO (g)	4645	4724	4470	4576	5926	6206
VOLUMEN DEL SUELO (cm <sup>3</sup> )	2,302	2,302	2,302	2,302	3,217	3,217
DENSIDAD HUMEDA (g/cm <sup>3</sup> )	2.02	2.05	1.94	1.99	1.84	1.93
TARA N°	25	20	31	15	17	64
PESO TARA + SUELO HUMEDO (g)	132.09	158.18	146.80	142.23	133.30	144.92
PESO TARA + SUELO SECO (g)	123.62	147.82	137.08	131.43	126.01	131.27
PESO DE AGUA CONTENIDA (g)	8.47	10.36	9.72	10.8	7.29	13.65
PESO DE TARA (g)	76.56	94.16	84.33	78.65	85.64	71.64
PESO DE SUELO SECO (g)	47.06	53.66	52.75	52.78	40.4	59.63
HUMEDAD (%)	18.00%	19.31%	18.43%	20.46%	18.06%	22.89%
DENSIDAD SECA	1.71	1.72	1.64	1.65	1.56	1.57

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm.	%		mm.	%		mm.	%
7-Dic	4:00 p.m.	0 hrs	0.000			0.000			0.000		0.000
8 Dic	4:00 p.m.	24 hrs	6.350	6.290	5.46	6.450	6.450	5.55	6.620	6.620	5.69
9-Dic	4:00 p.m.	48 hrs	7.150	7.150	6.15	7.290	7.290	6.27	7.410	7.410	6.37
10 Dic	4:00 p.m.	72 hrs	7.380	7.380	6.35	7.480	7.480	6.43	7.680	7.680	6.61
11-Dic	4:00 a.m.	96 hrs	7.680	7.680	6.60	7.890	7.890	6.78	8.000	8.000	6.88

**PENETRACION**

PENETRACION pulg.	CARGA ESTÁNDAR (lbs/pulg <sup>2</sup> )	MOLDE N° 5				MOLDE N° 4				MOLDE N° 8			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%	Lectura	lbs	lbs/pulg <sup>2</sup>	%
0.020		54.50	119.9	40.00		45.00	99	33.00		27.30	60.1	20.00	
0.040		114.50	251.9	84.00		92.70	203.9	68.00		55.90	123	41.00	
0.060		167.70	368.9	123.00		136.40	300.1	100.00		81.80	180	60.00	
0.080		220.90	486.0	162.00		178.60	392.9	131.00		107.70	236.9	79.00	
0.100	1000	275.50	606.1	202.00	20.20	223.60	491.9	164.00	16.40	135.00	297	99.00	
0.200	1500	448.60	986.9	329.00		364.10	801	267.00		219.50	482.9	161.00	
0.300		570.00	1254	418.00		462.30	1017.1	339.00		279.50	614.9	205.00	
0.400		634.10	1395	465.00		564.10	1241	377.00		324.50	713.9	238.00	
0.500		688.60	1514.9	505.00		559.10	1230	410.00		338.20	744	248.00	

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Página 144 de 157

*Manuel A. Martínez Echegaray*  
 Ingeiero Civil  
 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.



ABC Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.

### CALIFORNIA BEARING RATIO - CBR NTP 339.145 (\*)

Código : LAB - G - 014    Fecha : 30 - 07 - 2020    Versión : 01    Página : 01 de 03

#### INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 102

Orden de Trabajo : A&C 045 SUE 2022

Calicata: C - 01

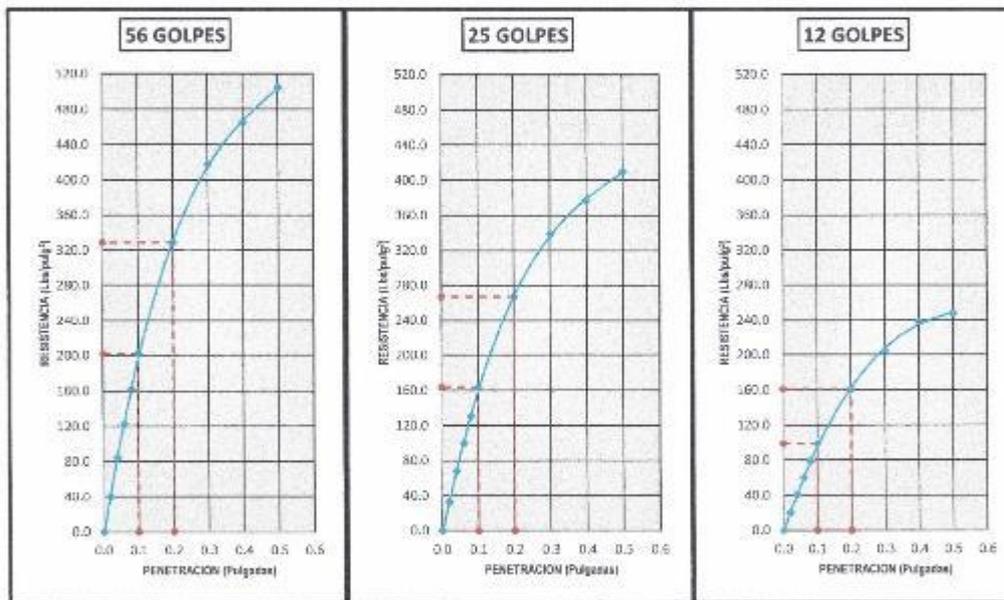
Fecha de Ensayo : 7/12/2022

Muestra: Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

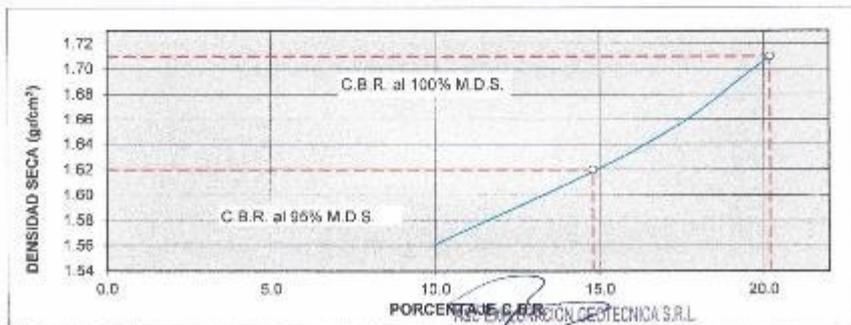
California Bearing Ratio - C.B.R.

NTP 339.145 (Rev. 2019)

DATOS DEL PROCTOR		DATOS DEL C.B.R.	
Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.71	C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	20.20
Humedad Óptima (%)	18.00%	C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	14.80



Carga (1<sup>o</sup>): 200 Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (2<sup>o</sup>): 300 Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (3<sup>o</sup>): 450 Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (4<sup>o</sup>): 600 Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (5<sup>o</sup>): 900 Lbs/pulg<sup>2</sup>    Carga (6<sup>o</sup>): 1200 Lbs/pulg<sup>2</sup>



(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

*[Signature]*  
INGENIERO EN GEOTECNICA S.R.L.

**Anexo 17. Ensayo de Permeabilidad al Suelo Patrón + Optimo  
CBC% + Optimo Yute%**

 <p>A&amp;C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.</p>	<b>PERMEABILIDAD (CARGA CONSTANTE NTP 339.147) (*)</b>		
	Código : LAB - G - 030	Fecha : 10 - 10 - 2022	Versión : 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 116**

Orden de trabajo : A&C - 057 - SUE - 2022  
Fecha : 9/12/2022

Muestra : C - 01  
Callcata : Terreno Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

**PERMEABILIDAD  
(Carga Variable NTP 339.147)**

CICLO DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	TIEMPO			LECTURA ALTURA DE AGUA (cm)	T° DEL AGUA (°)	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	A = $\log \frac{H_1}{H_2}$	B = $\frac{\text{Constante}}{l}$	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = A x B K (cm/seg)	N° TUBO
		HORA	MIN.	SEG.							
I	9/12/2022				h <sub>1</sub>	84.16	31	0.3068	0.003323	1.0195E-03	2
					h <sub>2</sub>	41.52					
II	9/12/2022				h <sub>1</sub>	88.97	35	0.4032	0.002943	1.1865E-03	2
					h <sub>2</sub>	35.16					
III	9/12/2022				h <sub>1</sub>	87.16	41	0.4727	0.002512	1.1875E-03	2
					h <sub>2</sub>	29.35					
IV	9/12/2022				h <sub>1</sub>	91.08	46	0.4660	0.002239	1.0434E-03	2
					h <sub>2</sub>	31.15					

**PRUEBA**

N° Cilindro ..... N° .....

Diámetro del Cilindro ..... D = 10.60 cm

Area de la Muestra ..... P = 88.20 cm<sup>2</sup>

Longitud de Muestra ..... l = 12.00 cm

Volumen de la Muestra ..... V = 1058.4 cm<sup>3</sup>

Area tubo de Plástico ..... a = 0.3296 cm<sup>2</sup>

Constante :  $2.3 \times l \frac{a}{P} =$  ..... 0.103

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 1.11E-03 cm/seg**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA S.R.L.

Página 155 de 157

Cristhian Manuel Arrascaeta Basso  
Ingeniero Supervisor  
REG. 010.417.174

 A&C Laboratorio Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>PERMEABILIDAD</b> <b>(CARGA CONSTANTE NTP 339.147) (*)</b>			
	Código : LAB - G - 030	Fecha : 10 - 10 - 2022	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 116**

Orden de trabajo : A&C - 057 - SUE - 2022  
 Fecha : 9/12/2022

Muestra : C - 02  
 Calicata : Terreno Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

**PERMEABILIDAD**  
**(Carga Variable NTP 339.147)**

CICLO DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	TIEMPO			LECTURA ALTURA DE AGUA (cm)	T° DEL AGUA (°)	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	A = $\log \frac{H_1}{H_2}$	B = $\frac{\text{Constante}}{L}$	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = A x B K (cm/seg)	N° TUBO
		HORA	MIN.	SEG.							
I	9/12/2022				h <sub>1</sub>	87.35	29	0.3783	0.003552	1.3435E-03	2
					h <sub>2</sub>	36.56					
II	9/12/2022				h <sub>1</sub>	94.15	34	0.3593	0.003029	1.0886E-03	2
					h <sub>2</sub>	41.16					
III	9/12/2022				h <sub>1</sub>	85.64	40	0.4322	0.002575	1.1128E-03	2
					h <sub>2</sub>	31.66					
IV	9/12/2022				h <sub>1</sub>	92.68	44	0.4425	0.002341	1.0358E-03	2
					h <sub>2</sub>	33.46					

**PRUEBA**

N° Cilindro ..... N° .....

Diámetro del Cilindro ..... D = 10.60 cm

Área de la Muestra ..... P = 88.20 cm<sup>2</sup>

Longitud de Muestra ..... L = 12.00 cm

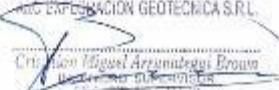
Volumen de la Muestra ..... V = 1058.4 cm<sup>3</sup>

Área tubo de Plástico ..... a = 0.3296 cm<sup>2</sup>

Constante :  $2.3x \frac{L-a}{P} =$  ..... 0.103

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 1.15E-03 cm/seg**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

  
 Cristian Miguel Arzamendi Brown  
 Ingeniero en Geotecnia

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>PERMEABILIDAD</b> <b>(CARGA CONSTANTE NTP 339.147) (*)</b>			
	Código : LAB - G - 030	Fecha : 10 - 10 - 2022	Versión : 01	Página : 01 de 01

**INFORME DE ENSAYO DE LABORATORIO N° 116**

Orden de trabajo : A&C - 057 - SUE - 2022  
 Fecha : 9/12/2022

Muestra : C - 03  
 Calicata : Terreno Natural + 20% Bagazo + 1.50% Yute

**PERMEABILIDAD**  
**(Carga Variable NTP 339.147)**

CICLO DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	TIEMPO			LECTURA ALTURA DE AGUA (cm)	T° DEL AGUA (°)	TIEMPO TRANSCURRIDO (min)	A = $\log \frac{h_1}{h_2}$	B = $\frac{\text{Constante}}{L}$	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD K = A x B K (cm/seg)	N° TUBO
		HORA	MIN.	SEG.							
I	9/12/2022				h <sub>1</sub>	84.23	30	0.4319	0.003433	1.4828E-03	2
					h <sub>2</sub>	31.16					
II	9/12/2022				h <sub>1</sub>	92.49	36	0.3603	0.002861	1.0307E-03	2
					h <sub>2</sub>	40.35					
III	9/12/2022				h <sub>1</sub>	87.46	41	0.4070	0.002512	1.0225E-03	2
					h <sub>2</sub>	34.26					
IV	9/12/2022				h <sub>1</sub>	96.39	44	0.4676	0.002341	1.0947E-03	2
					h <sub>2</sub>	32.84					

**PRUEBA**

N° Cilindro ..... N° .....

Diámetro del Cilindro ..... D = 10.60 cm

Área de la Muestra ..... P = 88.20 cm<sup>2</sup>

Longitud de Muestra ..... L = 12.00 cm

Volumen de la Muestra ..... V = 1058.4 cm<sup>3</sup>

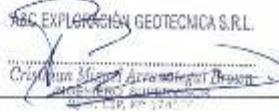
Área tubo de Plástico ..... a = 0.3296 cm<sup>2</sup>

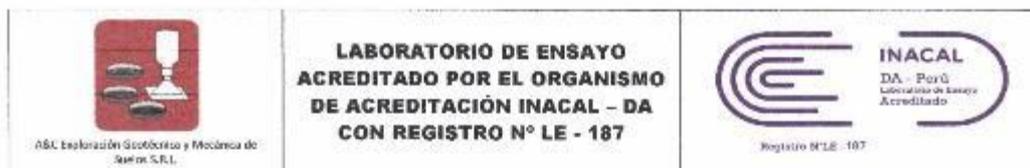
Constante :  $2.3x \frac{L \cdot a}{P} = \dots\dots\dots 0.103$

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD : K = 1.16E-03 cm/seg**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

A&C EXPLORACIÓN GEOTECNICA S.R.L.

  
 Cristian Miguel Accornero  
 Ingeiero Civil, INACAL - DA



**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO N° 112**

**I. DATOS DEL CLIENTE**

NOMBRE DEL CLIENTE : Bonifacio Vergara Abel Jesús – Bravo Cabanillas José  
Manuel

RUC : ---

DIRECCION : ---

CONTACTO : ---

CORREO ELECTRONICO : ---

CELULAR : 966436780

**II. DATOS DEL PROYECTO**

PROYECTO (\*) : Estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carretera

UBICACIÓN (\*) : Distrito de Olmos - provincia de Lambayeque – departamento de Lambayeque.

**III. FECHAS**

FECHA DE MUESTREO (\*) : 01/11/2022

FECHA DE RECEPCIÓN : 02/11/2022

FECHA DE INFORME : 20/12/2022

**IV. MUESTRA Y CONTRAMUESTRA**

A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS ha participado en la toma de muestras. Se almacenará contramuestra por un periodo de 30 días.

**V. ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los ensayos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L., ubicado en la Prolongación Av. Chiclayo Mz. "3" Lt. "59", Ampliación - Saúl Cantoral – José Leonardo Ortiz - Chiclayo.

Orden de Trabajo: A&C – 043 – SUE – 2022.

\* A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L., se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente. Los datos son claramente identificados mediante la letra "\*" adherida a los datos suministrados por el cliente.

 A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L.	<b>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE - 187</b>	 INACAL DA – Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 187
---	---	--

Ensayo	Norma	Título	Producto
Límites de Atterberg	NTP 339.129:1999 (Rev. 2019)	Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos	Suelos
Análisis Granulométrico	NTP 339.128:1999 (Rev. 2019)	Método de ensayo para el análisis granulométrico	Suelos
Proctor	NTP 339.141 (Rev. 2019)	Método De Ensayo para la compactación del Suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m <sup>3</sup> ).	Suelos
Gravedad específica	NTP 339.131:1999 (Rev. 2019)	Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo	Suelos
C.B.R. (*)	NTP 339.145 (Rev. 2019)	Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio.	Suelos
SUCS (*)	NTP 339.134:1999 (Rev. 2019)	Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)	Suelos
Permeabilidad (*)	NTP 339.147:2000 (Rev. 2019)	Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante)	Suelos

#### PERSONAL RESPONSABLE

REALIZACION DE ENSAYO : TEC. GERSON SANDOVAL SERRATO

REVISION DE DATOS : ING. CRISTHIAN MIGUEL ARRUNATEGUI BROWN

#### Nota:

Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.R.L.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo propone y se relacionan solamente con los items sometidos a ensayos tal como se recibió.

Las actividades de laboratorio se llevarán a cabo de manera imparcial y confidencial, los cuales son aplicados por ambas partes.

\* A&C Exploración Geotécnica y Mecánica de Suelos S.R.L., se responsabiliza de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministra el cliente. Los datos son claramente identificados mediante la letra "\*" adherida a los datos suministrados por el cliente.

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

Página 02 de 157

  
**A&C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS**  
 Ubicación: Prolg. Av. Chidley Mz 3 Lt 59 Aproximación: Saúl Canales, Chidley, Lambayeque – Perú  
 RUC: 20437420433 Telf: 944896001 / 978173500 / 9781226446  
 Correo: ayceexploraciongeotecnicad@nutriacal.com

**Anexo 18.** *Certificados de Calibración de los Equipos*

## Certificado de Calibración

### LMB22-0713

<p>ORDEN DE TRABAJO : <b>OT22-0701</b></p> <p>CLIENTE : <b>A &amp; C EXPLORACION GEOTÉCNICA MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.</b></p> <p>DIRECCIÓN : <b>Nro. M-03 Int. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE - PERÚ</b></p> <p>LUGAR DE CALIBRACIÓN : <b>AREA LABORATORIO</b></p> <p>INSTRUMENTO : <b>BALANZA</b></p> <p>CLASIFICACIÓN : <b>NO AUTOMÁTICA</b></p> <p>TIPO : <b>ELECTRÓNICA</b></p> <p>MARCA / FABRICANTE : <b>OHAUS</b></p> <p>MODELO : <b>R31P30</b></p> <p>NÚMERO DE SERIE : <b>8339380044</b></p> <p>PROCEDENCIA : <b>CHINA</b></p> <p>IDENTIFICACIÓN : <b>016-A&amp;C-2022</b></p> <p>CAPACIDAD MÁXIMA : <b>30 000 g</b></p> <p>CAPACIDAD MÍNIMA : <b>NO INDICA</b></p> <p>DIV. DE ESCALA (d) : <b>1 g</b></p> <p>DIV. DE VERIFICACIÓN (e) : <b>1 g</b></p> <p>CLASE DE EXACTITUD : <b>NO INDICA</b></p> <p>ΔT LOCAL : <b>5 °C</b></p> <p>COEF. DERIVA TÉRMICA : <b>1E-05 °C<sup>-1</sup></b></p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : <b>2022-11-11</b></p> <p>FECHA DE EMISIÓN : <b>2022-11-11</b></p>	<p>El presente Certificado de Calibración evidencia la trazabilidad del proceso de calibración con patrones Nacionales o Internacionales, los cuales representan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI) y no debe utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. como organismo de evaluación de la conformidad de tercera parte ejecuta servicios de calibración a la vez que calibra y mantiene sus patrones de referencia con la finalidad de garantizar la trazabilidad de las mediciones.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones, el usuario debería recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p> <p>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 de 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%.</p> <p>Los resultados reportados son válidos para las condiciones y momento en que se realizó la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la recalibración.</p> <p>MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L. no se responsabiliza por cualquier daño derivado del uso inadecuado del equipo calibrado, así como de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.</p>
---	--

Sello



Director de Laboratorio  
Dante Abelino Pérez

MULTI SERVICE GROUP E.I.R.L.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN DE ESTE DOCUMENTO SALVO AUTORIZACIÓN EXPRESA DE MSG.  
Jr. Las Gravas Nro. 1853 Urb. Flores 78 - Lima 36 Telf.: 01 682 4729 / RPC, 992 367 283  
operaciones@msgperu.com / metrologia@msgperu.com / ventas@msgperu.com / www.msgperu.com



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-171-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 044-2022  
 Fecha de Emisión : 2022-03-15

1. Solicitante : A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL  
 Dirección : NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

2. Instrumento de Medición : BALANZA  
 Marca : OHAUS  
 Modelo : SJX1502/E  
 Número de Serie : B727342921  
 Alcance de Indicación : 1 500 g  
 División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g  
 División de Escala Real (d) : 0,01 g  
 Procedencia : CHINA  
 Identificación : NO INDICA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Ubicación : LABORATORIO  
 Fecha de Calibración : 2022-03-14

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 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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.

PUNTO DE PRECISIÓN 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.

#### 3. Método de Calibración

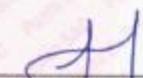
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

#### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL  
 NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - LAMBAYEQUE



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**013-CT-T-2022**

**Área de Metrología**

Página 1 de 7

**Expediente** : 044-01-2022  
**Solicitante** : **A & C EXPLOR GEOTÉCNICA MECAN SUELOS S.R.L.**  
**Dirección** : Nro. M-03 Int. L-59 P.J.Saul Cantoral - Chiclayo - Lambayeque - Perú  
**Equipo** : **HORNO**  
**Marca** : PERUTEST  
**Modelo** : PT-H76  
**Serie** : 168  
**Identificación** : No indica  
**Ubicación** : Laboratorio  
**Procedencia** : No indica  
**Tipo de Ventilación** : Natural  
**Nro. de Niveles** : 2  
**Alcance del Equipo** : 50 °C a 300 °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 "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%.

Los resultados 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 equipo o reglamentaciones vigentes.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad

**Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo**

Descripción	TERMOMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	PERUTEST / PT-H76
Alcance de indicación	-100 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**Fecha de calibración** : Del 2022-01-13 al 2022-01-14  
**Lugar:** : **Laboratorio - A & C EXPLOR GEOTÉCNICA MECAN SUELOS S.R.L.**  
Nro. M-03 Int. L-59 P.J.Saul Cantoral - Chiclayo - Lambayeque - Perú  
**Método utilizado:** : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2022-01-18  
**Fecha de emisión**



ALVAREZ NAVARRO ANGEL  
GUSTAVO  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
JEFE DE METROLOGIA  
logistica@2myn.com  
Fecha: 18/01/2022 13:48  
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN  
ARACELI  
CORPORACION 2M N S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
logistica@2myn.com  
Fecha: 18/01/2022 01:05  
Firmado con www.tocapu.pe

**Cód. de Servicio:** 01428-A

**Cód. FT-T-03 Rev. 03**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.  
Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209  
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

<b>1. Expediente</b>	02922-2022	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC 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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
<b>3. Dirección</b>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
<b>Diametro</b>	8 pulgadas	
<b>Designación</b>	1,00 in 25 mm	<p>CALIBRATEC 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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>Marca</b>	GRANO TEST	
<b>Número de serie</b>	67363	
<b>Procedencia</b>	COLOMBIA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2022-05-05	

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## 6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

## 7. Lugar de Verificación

En las instalaciones del cliente.

NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

## 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	63%	63%

## 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE"	L-0757-2021
METROIL	WINCHA 3 METROS MARCA: STANLEY	L-0758-2021
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	T-1774-2021

## 10. Observaciones

Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.

Se realizó una inspección visual del instrumento encontrándola en buenas condiciones

## 11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

± Y Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultando Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
0.19	0.24	25.24	3.60



**Nota 1.-** La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de 1,00 in es de  $\pm 0.758$  mm.

**Nota 2.-** La variación máxima de abertura permitida para tamices de 1,00 in es de 1.38 mm.

**Nota 3.-** El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de 1,00 in es de 26.38 mm.

**Nota 4.-** El rango admisible del diametro del tamiz de 1,00 in es de  $3.55 \pm 0.55$  mm.

Fin del Documento

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0283 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02922-2022	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
2. Solicitante	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
3. Dirección	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	1 1/2 in 37.5 mm	CALIBRATEC 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.  Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Marca	GRANO TEST	
Número de serie	67913	
Procedencia	COLOMBIA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2022-05-05	

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0284 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente 02922-2022

2. Solicitante A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECÁNICA DE SUELOS SRL

3. Dirección NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

4. Instrumento TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)

Díametro 8 pulgadas

Designación 2 in 50 mm

Marca GRANO TEST

Número de serie 67184

Procedencia COLOMBIA

Identificación NO INDICA

5. Fecha de Verificación 2022-05-05

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0285 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	02922-2022
<b>2. Solicitante</b>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MÉCANICA DE SUELOS SRL
<b>3. Dirección</b>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
<b>Díametro</b>	8 pulgadas
<b>Designación</b>	3 in 75 mm
<b>Marca</b>	GRANO TEST
<b>Número de serie</b>	79305
<b>Procedencia</b>	COLOMBIA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2022-05-05

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

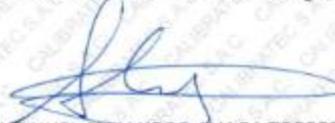
Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0281 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>02922-2022</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>2. Solicitante</b>	<b>A &amp; C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>	
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	CALIBRATEC 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.  Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
<b>Díametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>3/4 in 19 mm</b>	
<b>Marca</b>	<b>GRANO TEST</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>67901</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>COLOMBIA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2022-05-05</b>	

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ABAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0280 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>02922-2022</b>	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>A &amp; C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>	
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>Diametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>3/8 In 9.5 mm</b>	
<b>Marca</b>	<b>GRANO TEST</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>67140</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>COLOMBIA</b>	CALIBRATEC 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.
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2022-05-05</b>	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0279 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02922-2022	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
3. Dirección	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designacion	No. 4 4.75 mm	CALIBRATEC 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.
Marca	GRANO TEST	
Número de serie	67335	
Procedencia	COLOMBIA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2022-05-05	El Informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0278 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	02922-2022
<b>2. Solicitante</b>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
<b>3. Dirección</b>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
<b>Díametro</b>	8 pulgadas
<b>Designación</b>	No. 10 2 mm
<b>Marca</b>	GRANO TEST
<b>Número de serie</b>	68373
<b>Procedencia</b>	COLOMBIA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2022-05-05

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0277 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02922-2022
2. Solicitante	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
3. Dirección	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
Díametro	8 pulgadas
Designación	No. 20 850 $\mu$ m
Marca	GRANO TEST
Número de serie	70222
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Verificación	2022-05-05

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

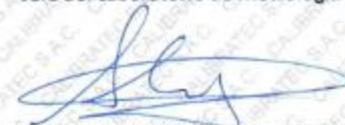
Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MÁNUEL ALEJANDRO ÁLTAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0276 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	02922-2022
<b>2. Solicitante</b>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
<b>3. Dirección</b>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
<b>Diametro</b>	8 pulgadas
<b>Designación</b>	No. 40 425 µm
<b>Marca</b>	GRANO TEST
<b>Número de serie</b>	67636
<b>Procedencia</b>	COLOMBIA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2022-05-05

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0275 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	<b>02922-2022</b>	<p>Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>CALIBRATEC 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.</p> <p>Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El informe de verificación sin firma y sellado carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>A &amp; C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL</b>	
<b>3. Dirección</b>	<b>NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE</b>	
<b>4. Instrumento</b>	<b>TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)</b>	
<b>Díametro</b>	<b>8 pulgadas</b>	
<b>Designación</b>	<b>No. 60 250 µm</b>	
<b>Marca</b>	<b>GRANO TEST</b>	
<b>Número de serie</b>	<b>74781</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>COLOMBIA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>5. Fecha de Verificación</b>	<b>2022-05-05</b>	

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0274 - 2022

Página 1 de 2

<b>1. Expediente</b>	02922-2022
<b>2. Solicitante</b>	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL
<b>3. Dirección</b>	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
<b>4. Instrumento</b>	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)
<b>Díametro</b>	8 pulgadas
<b>Designación</b>	No. 140 106 µm
<b>Marca</b>	GRANO TEST
<b>Número de serie</b>	75025
<b>Procedencia</b>	COLOMBIA
<b>Identificación</b>	NO INDICA
<b>5. Fecha de Verificación</b>	2022-05-05

Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC 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.

Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ACHIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

## INFORME DE VERIFICACIÓN CA - IV - 0273 - 2022

Página 1 de 2

1. Expediente	02922-2022	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reevaluación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
2. Solicitante	A & C EXPLORACION GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SRL	
3. Dirección	NRO. M-03 INT. L-59 P.J. SAUL CANTORAL - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO (SIEVE TEST)	
Diametro	8 pulgadas	
Designación	No. 200 75 µm	CALIBRATEC 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.  Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.
Marca	GRANO TEST	
Número de serie	83386	
Procedencia	COLOMBIA	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Verificación	2022-05-05	

Fecha de Emisión

2022-05-10

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 622 - 913 028 623  
☎ 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**Anexo 19. Análisis Estadístico: Validez y confiabilidad del  
Instrumento AIKEN**

INSTRUMENTOS DE VALIDACION ESTADISTICA  
CON CRITERIO JUECES EXPERTOS Y  
CRITERIO MUESTRA PILOTO

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

ESTUDIO MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA FINES DE CARRETERAS

	Claridad									
	Análisis Físico-Químico	Análisis Mecánico. Físico, Químico y Microestructural								Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.
Análisis granulométrico		Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Contenido de Humedad	Proctor Modificado	CBR	Permeabilidad		
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5									
c	2									
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión					1					

Contexto										
Análisis Mecánico, Físico, Químico y Microestructural										
	Análisis Físico-Químico	Análisis granulométrico	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Contenido de Humedad	Proctor Modificado	CBR	Permeabilidad	Análisis por Microscopía Electrónica incluyendo EDS.
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5									
c	2									
V de Aiken por pregunta V de Aiken por dimensión	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1									

Congruencia										
Análisis Mecánico, Físico, Químico y Microestructural										
	Análisis Físico-Químico	Análisis granulométrico	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Contenido de Humedad	Proctor Modificado	CBR	Permeabilidad	Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5									
c	2									
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión	1									

Dominio del constructo										
Análisis Mecánico. Físico, Químico y Microestructural										
	Análisis Físico-Químico	Análisis granulométrico	Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad	Contenido de Humedad	Proctor Modificado	CBR	Permeabilidad	Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
s	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
n	5									
c	2									
V de Aiken por pregunta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
V de Aiken por dimensión	1									

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

1.0000

*Luis Arturo Montenegro Cerna*  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 MG. INVESTIGACIÓN  
 DPL. EDUCACIÓN  
 COESPE 262

**VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE ESTUDIO  
MICROESTRUCTURAL Y PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO  
ARCILLOSO ADICIONANDO YUTE Y CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA PARA  
FINES DE CARRETERAS**

**Estadísticas de fiabilidad**

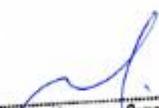
Alfa de Cronbach	N de elementos
,850	10

		Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Análisis Físico-Químico		,941	,858
Análisis granulométrico		,893	,857
Limite Líquido		,847	,857
Limite Plástico	Análisis Mecánico.	,714	,841
Índice de Plasticidad	Físico, Químico y	,775	,814
Contenido de Humedad	Microestructural	,604	,831
Proctor Modificado		,932	,794
CBR		,992	,792
Permeabilidad		,947	,793
Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.		,981	,857

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		6331,180	4	1582,795		
Intra sujetos	Entre elementos	70815670,945	10	7081567,095	29786,824	,000
	Residuo	9509,664	40	237,742		
	Total	70825180,609	50	1416503,612		
Total		70831511,789	54	1311694,663		

En las tablas se observa que, el instrumento sobre estudio microestructural y propiedades mecánicas del suelo arcilloso adicionando yute y ceniza de bagazo de caña para fines de carreteras es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).



Luis Arturo Montenegro Camacho  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 262

**Anexo 20.** *Ficha de Validación y Confiabilidad de Aiken por 5 jueces expertos.*

Colegiatura N° 174530

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Antonio Miguel Arrumategui Bruna	Jefe de laboratorio	Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras	Bonifacio Vergara, Abel Jesus, Bravo Cabanillas, José Manuel.
<b>Título de la Investigación:</b> Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEM S	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien
5	A	Todo bien
6	A	Todo bien
7	A	Todo bien
8	A	Todo bien
9	A	Todo bien
10	A	Todo bien

III. **Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

N°	Ensayos determinados	CBC (%)	YUTE (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Análisis Físico-Químico	5 10 15 20	0.75 1.00 1.25 1.50	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico			X		X		X		X	
3	Límite Líquido			X		X		X		X	
4	Límite Plástico			X		X		X		X	
5	Índice de Plasticidad			X		X		X		X	
6	Contenido de Humedad			X		X		X		X	
7	Proctor Modificado			X		X		X		X	
8	CBR			X		X		X		X	
9	Permeabilidad			X		X		X		X	
10	Análisis por Microscopía Electrónica incluyendo EDS.			X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable:  (X)

Aplicable después de corregir:  ( )

No aplicable:  ( )

Apellidos y nombres del juez validador: *Cristóbal Aguilar Amatepe-Beauz*

Especialidad: *Geotecnia - Ing Civil.*



CFP  
JUEZ EXPERTO 174530

Colegiatura N° 30462

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Suclupe Chiaro+ Segundo Ricardo	Independiente	Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras	Bonifacio Vergara, Abel Jesus, Bravo Cabanillas, José Manuel.
<b>Título de la Investigación:</b> Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEM S	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien
5	A	Todo bien
6	A	Todo bien
7	A	Todo bien
8	A	Todo bien
9	A	Todo bien
10	A	Todo bien

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados	CBC (%)	YUTE (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Análisis Físico-Químico	5 10 15 20	0.75 1.00 1.25 1.50	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico			X		X		X		X	
3	Limite Líquido			X		X		X		X	
4	Limite Plástico			X		X		X		X	
5	Índice de Plasticidad			X		X		X		X	
6	Contenido de Humedad			X		X		X		X	
7	Proctor Modificado			X		X		X		X	
8	CBR			X		X		X		X	
9	Permeabilidad			X		X		X		X	
10	Análisis por Microscopía Electrónica incluyendo EDS.			X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable: (X)

Aplicable después de corregir: ( )

No aplicable: ( )

Apellidos y nombres del juez validador: *Sudupe Chiarot Segundo Ricardo*

Especialidad: *Eng. Civil*



Segundo Ricardo Sudupe Chiarot  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 38482

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 59091

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
MEDRANO LIZARZADA EITHEL YVAN	UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN DOCENTE TIEMPO PARCIAL	Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras	Bonifacio Vergara, Abel Jesus. Bravo Cabanillas, José Manuel.
<b>Título de la Investigación:</b> Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien
5	A	Todo bien
6	A	Todo bien
7	A	Todo bien
8	A	Todo bien
9	A	Todo bien
10	A	Todo bien

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados	CBC (%)	YUTE (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Análisis Físico-Químico	5 10 15 20	0.75 1.00 1.25 1.50	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico			X		X		X		X	
3	Limite Líquido			X		X		X		X	
4	Limite Plástico			X		X		X		X	
5	Índice de Plasticidad			X		X		X		X	
6	Contenido de Humedad			X		X		X		X	
7	Proctor Modificado			X		X		X		X	
8	CBR			X		X		X		X	
9	Permeabilidad			X		X		X		X	
10	Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.			X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable:

Aplicable después de corregir:

No aplicable:

Apellidos y nombres del juez validador: MEDRANO LIZARZABURU  
EITHOR YVAN

Especialidad: INGENIERO CIVIL

*Eithor Yvan Medrano Lizarzaburu*  
REG CIP 59091  
ING° CIVIL

JUEZ EXPERTO

Colegatura N° 79139

**Ficha de validación según AIKEN**

**i. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Manuel Esteban Pucan Loyce	Asiste De Obra - Tumbes	Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras	Bonifacio Vergara, Abel Jesus. Bravo Cabanillas, José Manuel.
<b>Título de la Investigación:</b> Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras			

**ii. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEM S	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien
5	A	Todo bien
6	A	Todo bien
7	A	Todo bien
8	A	Todo bien
9	A	Todo bien
10	A	Todo bien

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados	CBC (%)	YUTE (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Análisis Físico-Químico	5 10 15 20	0.75 1.00 1.25 1.50	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico			X		X		X		X	
3	Limite Líquido			X		X		X		X	
4	Limite Plástico			X		X		X		X	
5	Índice de Plasticidad			X		X		X		X	
6	Contenido de Humedad			X		X		X		X	
7	Proctor Modificado			X		X		X		X	
8	CBR			X		X		X		X	
9	Permeabilidad			X		X		X		X	
10	Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.			X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad:

Aplicable: (X)

Aplicable después de corregir: ( )

No aplicable: ( )

Apellidos y nombres del juez validador: *Peñamayo Manuel Esteban*

Especialidad: *Ing. Civil*



Manuel Esteban Peñamayo C.  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 12138

JUEZ EXPERTO

Colegiatura N° 401510

Ficha de validación según AIKEN

I. Datos generales

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
GUSTAVO ADOLFO SWAYNE VASQUEZ	RED. DE OBRA PROV. FERREDAFE LAMBAYER.	Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras	Bonifacio Vergara, Abel Jesus, Bravo Cabanillas, José Manuel.
<b>Título de la Investigación:</b> Estudio Microestructural y Propiedades Mecánicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras			

II. Aspectos de validación de cada ítem

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEM S	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
<b>Análisis Físico-Mecánicos, Químico y Microestructural</b>		
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien
5	A	Todo bien
6	A	Todo bien
7	A	Todo bien
8	A	Todo bien
9	A	Todo bien
10	A	Todo bien

III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento

N°	Ensayos determinados	CBC (%)	YUTE (%)	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
				SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
1	Análisis Físico-Químico	5 10 15 20	0.75 1.00 1.25 1.50	X		X		X		X	
2	Análisis granulométrico			X		X		X		X	
3	Limite Líquido			X		X		X		X	
4	Limite Plástico			X		X		X		X	
5	Índice de Plasticidad			X		X		X		X	
6	Contenido de Humedad			X		X		X		X	
7	Proctor Modificado			X		X		X		X	
8	CBR			X		X		X		X	
9	Permeabilidad			X		X		X		X	
10	Análisis por Microscopia Electrónica incluyendo EDS.			X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:**

Aplicable:

Aplicable después de corregir:

No aplicable:

Apellidos y nombres del juez validador: *GUSTAVO ADOLFO SWAYNE VÁSQUEZ*

Especialidad: *INGENIERO CIVIL.*



Ing. Gustavo A. Swayne Vásquez  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIPM 11510

**JUEZ EXPERTO**

**Anexo 21.** *Panel Fotográfico*



**Imagen 1:** *Extracción de muestras de las 4 calicatas*



**Imagen 2:** *Quemado de Bagazo de Caña*



**Imagen 3:** Ceniza de Bagazo de Caña extraída.



**Imagen 4:** Tamizado de Ceniza de Bagazo por el tamiz N°200.



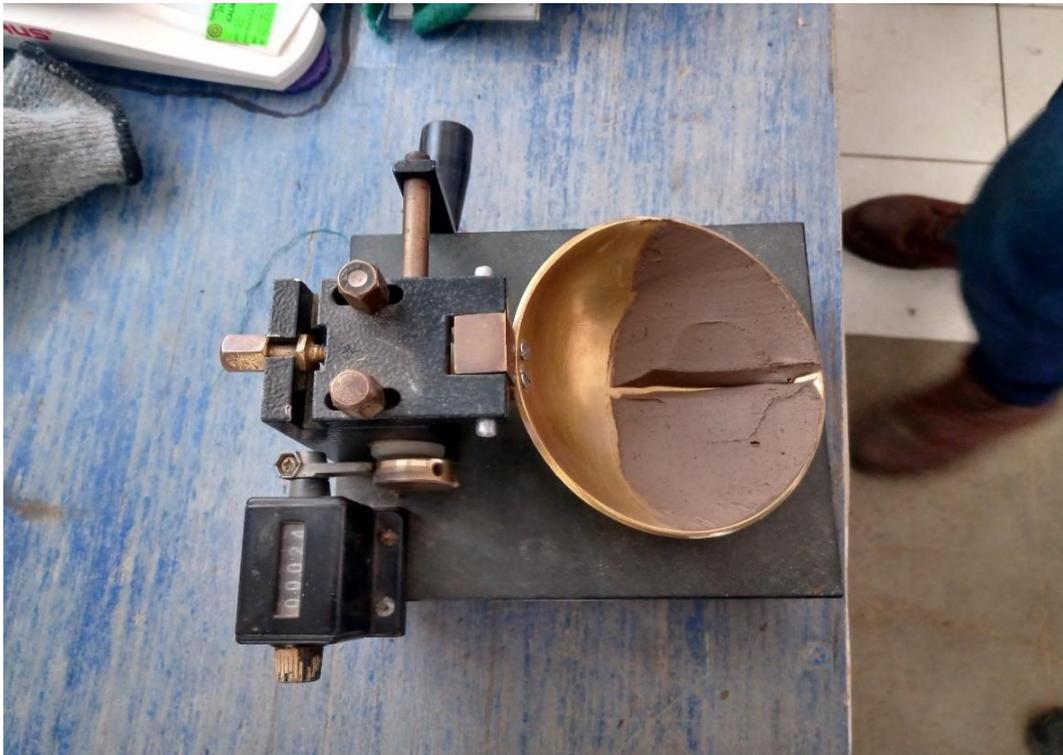
**Imagen 5:** Triturado del suelo arcilloso extraído de calicatas.



**Imagen 6:** Tamizado por la malla N°04



**Imagen 7:** Se realiza el ensayo de granulometría.



**Imagen 8:** Ensayo Limite Liquido usando la Copa de Casagrande en un intervalo de 15 a 35 golpes.



**Imagen 9: Ensayo para determinar Limite Plástico**



**Imagen 10: Combinación de suelo + 5% CBC**



**Imagen 11:** Combinación de suelo + 15% CBC + 1.25% YUTE



**Imagen 12:** Molde totalmente saturado.



**Imagen 13:** Se realiza el ensayo de penetración mediante la preñse CBR y se toma lectura de los resultados.



**Imagen 14:** Incorporación de agua en material ensayado.



**Imagen 15:** Saturación de suelo + óptimo de CBC + óptimo de YUTE, ensayo de PERMEABILIDAD



**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR (ES)  
(LICENCIA DE USO)**

Código:	F1.PP2- PR.02
Versión:	02
Fecha:	18/04/2024
Hoja:	289 de 28289

Pimentel, 17 de Junio del 2024

Señores

Vicerrectorado de investigación

Universidad Señor de Sipán S.A.C

Presente. -

El suscrito:

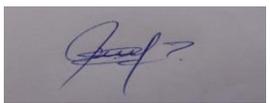
Bonifacio Vergara Abel Jesus con DNI: 76443188

Bravo Cabanillas Jose Manuel con DNI: 72314670

En mí (nuestra) calidad de autor (es) exclusivo (s) del trabajo de investigación/tesis titulada: "Estudio Microestructural y Propiedades Mecanicas del Suelo Arcilloso Adicionando Yute y Ceniza de Bagazo de Caña Para Fines de Carreteras", presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar el título de INGENIERO CIVIL, de la facultad/escuela de Ingenieria Arquitectura y Urbanismo de posgrado. Programa de estudios de ingenieria civil por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) al Vicerrectorado de investigación de la Universidad Señor de Sipán para que, en desarrollo de la presente licencia de uso total, pueda ejercer sobre mi (nuestro) trabajo y muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad representado en este trabajo de investigación/tesis, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo de investigación a través del Repositorio Institucional en el portal web del Repositorio Institucional - <https://repositorio.uss.edu.pe>. así como de las redes de información del país y del exterior.
- Se permite la consulta, reproducción parcial, total o cambio de formato con fines de conservación, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación/informe o tesis y a su autor.

De conformidad con la ley sobre el derecho de autor decreto legislativo N° 822. En efecto, la Universidad Señor de Sipán está en la obligación de respetar los derechos de autor, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

APellidos y Nombres	Número de Documento de Identidad	Firma
Bonifacio Vergara Abel Jesus	76443188	
Bravo Cabanillas Jose Manuel	72314670	