



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**INFLUENCIA DEL POLVO DE PIEDRA CALIZA  
SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y  
PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS ARENOSOS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
CIVIL**

**Autor**

Herrera Peña Jose Manuel  
<https://orcid.org/0000-0002-2777-436X>

**Asesor**

**Mg. Oblitas Gastelo Boris Enrique**  
<https://orcid.org/0000-0001-6791-4016>

**Línea de Investigación**

**Tecnología e Innovación en el desarrollo de la Construcción y la  
Industria en un contexto de Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

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

**Pimentel – Perú**

**2024**



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, yo Herrera Peña José Manuel soy **egresado (s)** del Programa de Estudios de **la Escuela de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### INFLUENCIA DEL POLVO DE PIEDRA CALIZA SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS ARENOSOS

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 referencias 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:

Herrera Peña Jose Manuel	DNI: 72647224	
--------------------------	---------------	---

Pimentel, 27 de agosto de 2024.

NOMBRE DEL TRABAJO

**HERRERA PEÑA JOSE MANUEL- TESIS R  
ECORTADA.pdf**

AUTOR

**HERRERA PEÑA JOSE MANUEL**

RECUENTO DE PALABRAS

**7146 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**36752 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**32 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**789.2KB**

FECHA DE ENTREGA

**Nov 4, 2024 5:53 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Nov 4, 2024 5:54 PM GMT-5****● 19% de similitud general**

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

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

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

**INFLUENCIA DEL POLVO DE PIEDRA CALIZA SOBRE LAS PROPIEDADES  
MECÁNICAS Y PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS ARENOSOS**

**Aprobación del jurado**

DR. CORONADO ZULOETA OMAR

**Presidente del Jurado de Tesis**

DR. SALINAS VASQUEZ NESTOR RAUL

**Secretario del Jurado de Tesis**

MG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO

**Vocal del Jurado de Tesis**

## ÍNDICE

Resumen .....	8
Abstract.....	9
I. INTRODUCCIÓN .....	10
II. MATERIALES Y MÉTODO .....	19
2.1. Materiales: .....	19
2.2. Método:.....	20
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
3.1 Resultados .....	27
3.2 Discusión .....	36
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
4.1 Conclusiones.....	39
4.2 Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS .....	42
ANEXOS.....	50

## INDICE DE TABLAS

Tabla I: Composición Química Del Ppc.....	13
Tabla II. Normativas de ensayos .....	16
Tabla III: Características De La Cal.....	20
Tabla IV: Variable Dependiente .....	22
Tabla V: Variable Independiente .....	23
Tabla VI: Composición Química Al Ppc.....	27
Tabla VII: Georreferenciación .....	28
Tabla VIII: Clasificación Del Suelo Según Ip .....	28
Tabla IX: Resultado Subrasante, Índice De Grupo.....	29
Tabla X: Tipo De Suelo .....	29
Tabla XI: Análisis De Agresividad .....	29
Tabla XII: Ensayo Granulométrico.....	30
Tabla XIII: Clasificación De Suelos .....	31
Tabla XIV: Dosificación De Ppc De Acuerdo Con Los Porcentajes .....	31
Tabla XV: Resultados De Proctor Modificado .....	32

## INDICE DE FIGURAS

<b>Fig. 1:</b> Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO.....	14
<b>Fig. 2:</b> Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS .....	15
<b>Fig. 3:</b> Piedra caliza y polvo de piedra caliza .....	19
<b>Fig. 4:</b> Ubicación del Proyecto de investigación.....	19
<b>Fig. 5:</b> Diagrama de flujo de proceso .....	25
<b>Fig. 6:</b> Ensayo granulométrico .....	30
<b>Fig. 7:</b> Diagrama de % de PPC vs MDS .....	33
<b>Fig. 8:</b> Curva del % de PPC vs el CBR al 95% .....	33
<b>Fig. 9:</b> Curva del % de PPC vs el CBR al 100% .....	34
<b>Fig. 10:</b> Diagrama del % de PPC vs el CBR al 95% .....	34
<b>Fig. 11:</b> Diagrama del % de PPC R al 100%.....	35
<b>Fig. 12:</b> Diagrama del ensayo de permeabilidad con PPC.....	35

# INFLUENCIA DEL POLVO DE PIEDRA CALIZA SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS ARENOSOS

## Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como propósito de evaluar el efecto del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos, de tal manera este sea un material alternativo sostenible, que favorezcan a la mitigación del impacto ambiental y a la resistencia del concreto. Por consiguiente, la metodología empleada en la investigación fue de tipo aplicada de orientación experimental ya que se analizó la variación de las propiedades mecánicas del suelo, en base a la comparación del grupo control y grupo experimental, donde el cemento fue sustituido en 0%, 5%, 10% y 15% por polvo de piedra caliza respecto a su peso total, en la cual se realizaron 4 calicatas, posteriormente fueron evaluadas con los ensayos respectivos.

Finalmente, de los resultados se demuestra que el polvo de piedra caliza influye positivamente en las propiedades mecánicas del suelo, por el tratamiento de 10% de cal, a los 28 días, en todos los ensayos realizados, el diseño D4, es decir, suelo arenoso+15%polvo de piedra caliza, aumenta 32.93% la resistencia. Concluyendo que el porcentaje óptimo de sustitución es el Diseño 4 produciendo un suelo mejorado en sus propiedades, contribuyendo a una investigación primordial a no contaminar, y así aprovechando los residuos de la piedra.

**Palabras Clave:** suelo areno, polvo de piedra caliza, propiedades mecánicas.

## **Abstract**

The purpose of this research work was to evaluate the effect of limestone powder on the mechanical properties and permeability of sandy soils, in such a way that this is a sustainable alternative material, which favors the mitigation of environmental impact and the strength of concrete. Therefore, the methodology used in the research was of the applied type of experimental orientation since the variation of the mechanical properties of the soil was analyzed, based on the comparison of the control group and the experimental group, where the cement was substituted in 0%, 5%, 10% and 15% by limestone powder with respect to its total weight, in which 4 test pits were made, which were later evaluated with the respective tests.

Finally, the results show that the limestone powder has a positive influence on the mechanical properties of the soil, by the treatment of 10% lime, at 28 days, in all the tests carried out, the D4 design, i.e., sandy soil + 15% limestone powder, increases the resistance by 32.93%. Concluding that the optimum percentage of substitution is Design 4 producing a soil with improved properties, contributing to a primary research to not contaminate, and thus taking advantage of the stone residues.

**Keywords:** sandy soil, limestone dust, mechanical properties.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la **problemática en el contexto internacional** es que aún existen zonas donde se evidencia caminos no asfaltados ni pavimentadas, donde los sectores rurales son de inadecuado acceso dificultando el transporte vial, además de ello, la ausencia de medidas hace que el transporte no tenga condiciones mínimas de periodicidad, calidad y seguridad [1, 2, 3], por lo cual es primordial tener en cuenta que los desplazamientos que se dan en el ámbito rural. Además los autores Sharma y Sharma [4], describen el incremento de la población y actividades industriales han conllevado a superar cantidades de desperdiciar, los materiales de desecho para la estabilización de suelos han ganado popularidad debido a preocupaciones medioambientales y económicas [5, 6, 7]. Se afirma por Tonini et al. [8] que la estabilización del suelo se caracterizan por grandes cambios volumétricos, generalmente se divide en tres categorías: métodos mecánicos, químicos y físicos [9, 10]. Otro problema que enmarca es la acumulación de residuos sin tratar, especialmente en los países desarrollados, ha aumentado preocupación ambiental, reciclar tales desechos como materiales de construcción parece ser una posible solución, para que el diseño de la construcción que sea rentable [11, 12, 13, 14].

Asimismo, se recalca que alrededor del 20% del polvo de piedra caliza (PPC) producido durante el procesamiento se desperdicia, informando en los países como en el Reino Unido es 21.2, en Grecia 18 y en Turquía 30 en millones de toneladas, resultado en vertederos o se arroja abiertamente en espacios abiertos y pozos de basura no regulados [15, 16, 17]. En el caso de los suelos arenosos (SA), los investigadores Dike et al. [18], señala que SA cubre una parte importante de la superficie aproximadamente el 31%, a la vez se no se retiene agua y nutrientes a comparación a otros tipos de suelos. En términos de eventos geotécnicos, los SA es propenso a ciertas condiciones como arenas movedizas, licuefacción, repelencia del agua del suelo y formación de costras en la superficie, además se plantean desafíos ambientales [19, 20, 21].

Del mismo modo, la **problemática en el contexto nacional**, diversas regiones del

Perú se encuentran las vías en mal estado de conservación o con diversos factores por lluvias o deterioro de estructuras viales, otro problema es relacionado con los SA, se debe a los residuos generados por diversas actividades que no solo causan graves problemas medioambientales, sino que también ocupan una enorme superficie de terreno para su eliminación [22, 23, 24]. Los SA se encuentran a menudo en proyectos de ingeniería civil, estos suelos están ampliamente distribuidos y son fuente de múltiples problemas técnicos en su aplicación para la construcción de las carreteras [25, 26]. Sin embargo, los aditivos como el cemento, la cal y las cenizas volantes se utilizan con frecuencia para controlar la naturaleza expansiva del suelo arenoso, la estabilización con cal se ha incluido convencionalmente entre las técnicas clave de estabilización y su sustitución [27, 28, 29].

De la misma manera la **problemática en el contexto local**, es que cada vez existe el aumento de desechos industriales [30], en este caso los residuos de PPC generados que se depositan en los vertederos, enfrentándose los profesionales de la ingeniería el desafío de convertir los desechos industriales en materiales viables, debido a la gran demanda de materiales de construcción.

Los **antecedentes en el contexto internacional**, existen investigaciones sobre la incorporación del PPC a otros tipos de suelo, por otro lado, existen investigaciones del suelo arena, pero con el uso de productos de desechos en polvo similares, como lo mencionan; Salih & Abdalla [31], se utilizó PPC para mejorar las propiedades geotécnicas del suelo arcilloso de baja plasticidad. Se examinaron y evaluaron las características de consistencia, compresión y compresibilidad. Se añadió en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% como reemplazo de la masa seca del suelo natural. Los resultados experimentales mediante el uso, logrando una modificación esencial debido a la adición de un 20% de PPT. En conclusión, la incorporación de PPC arrojaron un nivel notable de mejora de las propiedades de los suelos. También los autores, Pastor et al. [32], su propósito fue incorporar el PPC para la mejora del suelo, su método utilizado fue que el suelo natural sea ensayado con PPC añadiendo un 5%, 10%, 15%, 20% y 25 % sobre el peso seco total del suelo, para la mejora de las propiedades

geotécnicas del suelo. En sus resultados, dio como porcentaje óptimo el 25% de PPC, en su ensayo de resistencia a la compresión libre aumenta hasta un 148% para el porcentaje máximo de adición. En conclusión, esta investigación destaca la potencial revalorización de los residuos de polvo de caliza como material aglutinante para la mejora de suelos, permitiendo reducir los impactos negativos de estos residuos y obtener beneficios económicos y ambientales de su reutilización. Como mencionan, Ibrahim et al. [33], investigan el efecto del PPC en las propiedades geotécnicas, la metodología utilizada del suelo fue tratado en diferentes porcentajes 6%, 12%, 18%, 24%, 30%, y 36% de PPC. Los resultados indicaron que las propiedades geotécnicas podrían mejorarse mediante el uso de PPC, mosteando que el 18% mejora sus propiedades del suelo. Además, se concluye que el PPC es un subproducto industrial que se puede incluir en la estabilización de suelos. Otras investigaciones de, Naji et al. [34], su propósito fue estudiar la efectividad del uso de cenizas volantes y PPC en la mejora de las propiedades de ingeniería del suelo, se realizaron en el suelo con proporciones aditivas de 5% PPC, 10% de ceniza y la combinación de 5% PPC+10% de ceniza por masa seca del suelo en períodos de curado de 1, 14 y 28 días. Las muestras mixtas de polvo de piedra caliza al 5 % y cenizas volantes al 10 % han mostrado un aumento significativo de hasta el 220 % en el valor de CBR. El estudio ha concluido que la introducción de aditivos al suelo expansivo generalmente mejoró las propiedades geotécnicas, por lo tanto, el PPC y las CV pueden considerarse como estabilizadores expansivos del suelo efectivos, que también brindan soluciones económicas al problema de la eliminación. Asimismo, Mustafá et al. [35], su meta fue analizar para evaluar sus propiedades geotécnicas y ambientales, la técnica que se ha utilizado para tratar suelos en diferentes dosis, es decir, 2.5%, 5% y 10% por el peso seco del suelo y se analizó para evaluar su geotécnica y ambiental en sus propiedades utilizando PPC en diferentes proporciones. Los resultados de esta investigación indicaron que el tratamiento de los suelos mejoró las características significativamente en los resultados de resistencia, concluyendo que PPC es apto para incluirlo en estudios de mejora del suelo. Corcho [36], en su investigación evaluó el uso de residuos de mármol para su aplicación en suelo, conllevando a realizar tratamientos,

tanto sin el uso del mármol, como también las adiciones de 10, 20 y 30 gramos. En los resultados se obtuvo que el adicionar 20g de mármol mejora considerablemente en la mejora de las propiedades, finalmente se llega a la conclusión que el mármol tiene compuestas de caliza donde permite la mejora de sus propiedades en el uso del suelo.

Los **antecedentes en el contexto nacional**, Vásquez [37], su propósito fue determinar la influencia del polvo de mármol para la mejora de las propiedades del suelo, de acuerdo a su metodología emplearon diferentes porcentajes 3%, 6% y 9% de polvo de mármol, resultando como porcentaje óptimo el 6% , obteniendo mejoras de en sus ensayos de densidad un incremento de 2.12%, concluyendo que adición del polvo de mármol mejora notablemente sus ensayos. Además, Castañeda y Revilla [38], propusieron orientar el uso adecuado del PPC para mejorar el suelo, realizaron en su metodología la aplicación de acuerdo a proporciones para el suelo arenoso, al 3% y 6%, en sus resultados obtuvieron una mejora en el contenido de humera de 8.60% y en máxima densidad 1.81%, concluyendo sobre el PPC indican la mejora de las propiedades del suelo. Además, Pérez [39] su propósito fue utilizar el uso de la PPC para mejoramiento del suelo en Amazonas, su metodología utilizada fue preparar dos proporciones de PPC con porcentajes de adición de 5% y 10%, en los resultados dieron como porcentaje óptimo 10% brindando una mejora en las propiedades del suelo, aumentando un 22.40% al 95% de la máxima densidad, se concluye que la PPC mejora las propiedades del suelo.

De acuerdo a los investigadores, que han realizado trabajos utilizando el PPC, según estudios de acuerdo a la composición química mencionan lo siguiente, en la siguiente tabla de detalla los componentes hallados:

**TABLA I:**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL PPC**

Referencia	CaO	Na <sub>2</sub> O	LOI	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Total
[40]	44.4	-	24.18	10.83	-	-	79.41

**En las teorías relacionadas al tema:**

**Suelo:** Los suelos arenosos cubren aproximadamente 900 millones de ha en todo el mundo, particularmente en regiones áridas y semiáridas [42, 43]. Además, la materia orgánica del suelo (MOS) juega un papel fundamental en el desarrollo de la estructura del suelo porque actúa como agente aglutinante de las partículas primarias [44]. A la vez, Abd-Elazem et al. [45], sobre el suelo se refiere a la capacidad de un tipo específico de suelo para realizar sus funciones en los ecosistemas naturales o de otro tipo que se encuentran bajo gestión.

En la clasificación del suelo se tiene mediante dos sistemas sea por clasificación SUCS y clasificación AASTHO: Se pueden asociar los suelos mediante los dos tipos de clasificación existentes como AASHTO y SUCS, en la primera clasificación su aplicación de este método diferenciando de otros, ya que incorpora el concepto de serviciabilidad en el diseño de la metodología [46], siendo posible la estimación con suficiente aproximación el comportamiento de los suelos, como se muestra en la Fig. 1, en la segunda clasificación su granulometría, plasticidad e índice de grupo

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Fig. 1 Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASTHO

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo organico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo organico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de particulas en tamaños intermedios		Limo organico y arcilla limosa organica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de particulas intermedios		Limo inorganico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elastico
	Arcilla inorganica de elavada plasticidad, arcilla gravosa		
	Arcilla organica de mediana o elevada plasticidad, limo organico		
	Turba, suelo considerablemente organico		

Fig. 2 Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación SUCS [39]

Granulometría: Esta es una propiedad que representa la distribución de distintos tamaños que presentan los agregados mediante un correcto tamizado, logrando así estimar con aproximación sus propiedades del suelo de interés Tiene como objetivo el determinar la proporción de sus diversos elementos constituyentes que pueden ser clasificados según su tamaño.

Límites de Atterberg: son aquellos límites de plasticidad o límites de consistencia, son empleados para que se caractericen la conducta de aquellos suelos que son finos, sin embargo, su comportamiento cambia a través del tiempo.

En las Propiedades mecánicas

California Bearing ratio (%): es una prueba de penetración para la determinación de la resistencia mecánica de los materiales base de la carretera. Las probetas se compactarán con el contenido de agua óptimo utilizando el efecto Proctor estándar en el molde CBR. Después de la compactación, se realizan pruebas de CBR en la superficie inferior y superior de la muestra [47] Los promedios de estos dos valores se utilizaron para la evolución de los resultados de la prueba [48].

Piedra Caliza: La piedra caliza es una roca sedimentaria para la materia prima en la

industria del cemento, el principal contenido de piedra caliza es el carbonato de calcio mineral ( $\text{CaCO}_3$ ), que se produce debido a procesos químicos y orgánicos [49]. El material de piedra caliza utilizado como agente de estabilización en el estudio se obtiene de fuentes de cal que existen de forma natural. Para ser estrictos, la piedra caliza es óxido de calcio o hidróxido de calcio, mientras que las cal naturales son parcialmente fosilíferas y contienen abundante estilolita [40]. Actualmente, los bloques de piedra caliza se extraen de las canteras con motosierras, hilo diamantado y sierras de diamante. Luego, los bloques se cortan en piezas más pequeñas que son apropiadas para su uso como construcción [50].

La normativa empleada para la realización de esta investigación de los suelos arenosos se presenta en la siguiente Tabla II

**TABLA II.**  
NORMATIVAS DE ACUERDO  
A ENSAYOS A REALIZAR

Ensayo a realizar	Norma Técnica Peruana	ASTM
Contenido de humedad	339.127 [51]	D2216 [52]
Análisis Granulométrico	339.128 [53]	D422 [54]
Límite líquido y límite plástico	339.129 [55]	D4318 [56]
Contenido de sales solubles	339.152 [57]	
Clasificación de Suelos SUCS	339.134 [58]	D2487 [59]
Clasificación de Suelos AASHTO	339.135 [60]	
Proctor Modificado	339.141 [61]	D1557 [62]
California Bearing Ratio CBR	339.145 [63]	D1883 [64]

La **formulación del problema** se redacta en la siguiente interrogante es ¿Influirá el polvo de piedra caliza en el mejoramiento de las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos inestables, en el CCPP San Juan de Dios, Distrito de Pacanga- Provincia Chepén?

La **justificación e importancia del estudio**, esta investigación se enmarca en un contexto crucial para la ingeniería civil, como justificación técnica, mejora de propiedades del suelo: El PPC, un subproducto de la industria de extracción de piedra, podría ofrecer una alternativa económica y eficiente para modificar las propiedades mecánicas y la permeabilidad de los suelos arenosos. Así mismo se enmarca la importancia de la mejora de calidad de los suelos arenosos y a través de esta investigación da a conocer los beneficios tanto de la eficiencia y económicos en el sector de la construcción. Este estudio investiga el potencial de utilizar el PPC, el sector de la construcción en Perú está experimentando un notable crecimiento debido a la demanda de infraestructuras, generando un impacto positivo en el país. No obstante, este desarrollo conlleva la utilización del PPC, ya que lo encontramos como un desecho industrial. Ante esta problemática, se plantea la utilización adecuada de estos residuos para mejorar la capacidad admisible de suelos arenosos, con el fin de reducir el impacto ambiental negativo asociado a los desechos industriales. Así mismo, se centra en contribuir a mejorar las propiedades de los suelos arenosos en el CP San Juan de Dios, ubicado en Chepén, presenta suelos geológicamente vulnerables. La propuesta consiste en emplear estos materiales para incrementar la capacidad admisible de los suelos arenosos en el distrito de Pacanga, del CCPP San Juan de Dios. Con la finalidad de comprender mejor el comportamiento del suelo en esta zona, se llevarán a cabo ensayos de análisis granulométrico, densidad seca mínima y máxima, así como ensayos de corte directo, utilizando muestras extraídas en dicho distrito. Diversos problemas en los suelos arenosos de Chepén, requieren la aplicación de un material estabilizador, y el PPC se presenta como una opción para mejorar el suelo en cimentaciones superficiales. El estudio tiene como finalidad demostrar, mediante ensayos de laboratorio, el aumento de la capacidad admisible del suelo natural al utilizar porcentajes específicos del material en investigación, con aplicación potencial en obras estructurales. Es relevante señalar que en Perú aún no se ha establecido la aplicación de este material en edificaciones o pavimentación.

La **Hipótesis**, planteada, Hi: La influencia del polvo de piedra de caliza mejorará al

menos en una de las propiedades mecánicas de los suelos arenosos inestables, en el CCPP San Juan de Dios, Distrito de Pacanga - Provincia Chepén. Ho: La influencia del polvo de piedra de caliza no mejorará las propiedades físico- mecánicas de los suelos arenosos inestables, en el CCPP San Juan de Dios, Distrito de Pacanga - Provincia Chepén.

En esta investigación tiene como **objetivo principal**, Evaluar la influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos inestables, en el CCPP San Juan de Dios, Distrito de Pacanga, Provincia Chepén, **Objetivos específicos**: OE1: Describir la composición química del PPC. OE2: Analizar las propiedades físicas: Granulometría, contenido de humedad, Clasificación SUCS, Límites de Atterberg, Clasificación AASTHO y peso específico. OE3: Analizar las propiedades mecánicas: Optimo contenido de humedad, Densidad máxima seca, California Bearing ratio, en los porcentajes de experimentación 5%, 10%, 15% y 20% respecto a las muestras del grupo control. OE4: Evaluar el porcentaje óptimo de la sustitución a partir de la experimentación de los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respecto al patrón y analizar el ensayo de permeabilidad.

## II. MATERIALES Y MÉTODO

### 2.1. Materiales:

Polvo de Piedra Caliza: Fue obtenido de la planta de Cemento Pacasmayo, obtenida de su cantera: Acumulación Tembladera, mina a cielo abierto cuyo espacio es de 3.4 hectáreas, se encuentra en el distrito de Yonan, Cajamarca, se obtuvo como material residual, ya que existe estos desperdicios después de la utilización de la molienda de la piedra caliza. En la siguiente imagen se visualiza la piedra caliza en piedra, a la vez cuando ya está en residuos como polvo.



Fig. 3: Piedra caliza y polvo de piedra caliza

Calicatas: Las calicatas realizadas fueron 4 en diferentes puntos, en el CCPP “San Juan de Dios”, Distrito de Pacanga, Provincia de Chepén, Departamento de La Libertad.



Fig. 4: Ubicación del Proyecto de investigación: CCPP San Juan de Dios

La estratigrafía se definió mediante la interpretación de los registros estratigráficos de la exploración efectuada y se estableció la siguiente conformación del subsuelo de la Calicata 1 (C-1) al Calicata 4 (C-4): Del 0.00 – 0.10 m. Relleno con material compactado, 0.10 – 1.60

m. Suelo de matriz arenosa de coloración beige. Presenta material suelto, textura áspera, estructura gruesa, seca y no moldeable. Suelo clasificado como SP (Arena pobremente graduada con grava) según SUCS y A-1-b (0), según AASHTO.

**Cal:** se utilizó cal “HADES”, en la siguiente Tabla se detalla las características, y en el ANEXO, se verifica la ficha técnica.

TABLA III:  
CARACTERÍSTICAS DE LA CAL

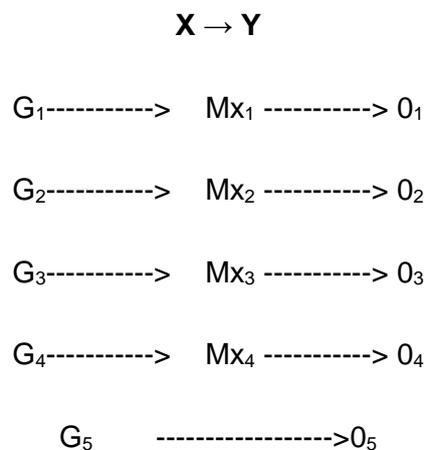
Características	
Aspecto	Polvo granulado
Fórmula química	Ca (OH) <sub>2</sub>
Pureza	10-12%
Color	Variable de un blanco humo a grisáceo
Bolsa	20 kg

**Nota.** Esta tabla se describe las características de la cal, según ficha informativa de la Cal “Hades”

## 2.2. Método:

**Tipo:** Aplicada, Este tipo de investigación busca generar conocimientos que puedan aplicarse directamente para abordar problemas específicos de la humanidad o del sector productivo. La investigación aplicada se considera fundamental para el desarrollo de soluciones innovadoras y efectivas que responden a necesidades concretas y mejoren diversos aspectos de la sociedad [65, 66]. **Enfoque:** Cuantitativo, es todo aquello que pueda numerarse o medirse, el verbo cuantificar significa expresar numéricamente una magnitud, mediante números aspectos cualitativos de la realidad, menciona que este enfoque la dificultad metodológica central está relacionada con medir conceptos que orientan de manera teórica el proceso de conocimiento [67]. Así mismo, en esta investigación es de tipo aplicada, el enfoque cuantitativo, permitiendo que los resultados sean confiables, ante la realización de

los ensayos respectivos, después de ello permitirá analizar y evaluar mediante gráficos los resultados adquiridos en las fichas de laboratorio después de haber realizado el trabajo de campo, trabajando y comparando a la vez con el concreto patrón establecido, midiendo cada comportamiento de cada variable y porcentajes en el proyecto de investigación. **Diseño:** Es experimental, este diseño de investigación es utilizada para probar la relación casual bajo una situación controlada. Se debe recordar que un experimento es una observación mediante el control de autores basados en los resultados [68].



**Dónde:**

$G_1, G_2, G_3, G_4$ = grupos experimentales de muestras de suelo arenosos con sustitución de polvo de piedra caliza.

$G_5$ = grupo experimental de la muestra del suelo arenosos

$X_1, X_2, X_3, X_4$  = grupos experimentales con polvo de piedra caliza

$X_1=5\% \quad X_2=10\% \quad X_3=15\% \quad X_4=20\%$

$O_{1,2,3,\dots,5}$ = Observación de resultados

En **operacionalización de las variables**, a través de ciertos indicadores permite cuantificar las variables: Variable dependiente: Propiedades físico- mecánicas de los suelos arenosos y la Variable independiente: Polvo de piedra caliza.

TABLA IV:  
VARIABLE DEPENDIENTE

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos	Los suelos arenosos (SA) La suspensión de polvo causa diversos peligros ambientales, incluida la contaminación del aire y del agua y plantea un grave riesgo para la salud humana [16].	Se evaluarán los ensayos de acuerdo a ello se obtendrán resultados según dimensiones	Propiedades físicas	Granulometría	mm	Fichas de observación análisis de documentos	%	Numérica	De razón
				Clasificación del suelo	SUCS ASSTHO				
				Peso específico	Kg/m <sup>3</sup>				
			Propiedades mecánicas	Contenido de humedad y límites de Atterberg	%				
				Densidad Máxima seca	Gr/cm <sup>3</sup>				
				California Bearing ratio CBR	%				

TABLA V:  
VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Polvo de piedra caliza	Alrededor del 20 % del polvo de piedra caliza (PPC) producido durante el procesamiento, se desperdicia en millones de toneladas, se entierra en vertederos o se arroja abiertamente en espacios abiertos y pozos de basura no regulados [12]	Para su evaluación se realizan calicatas y de acuerdo a las muestras se realizar los ensayos	Propiedades físicas y química	Tamaño promedio	mm	Fichas de observación análisis de documentos	%	Numérica	De razón
				Diámetro equivalente	mm				
				Densidad aparente	gr/cm <sup>3</sup>				
				Composición química	%				
			Porcentajes de Polvo de piedra caliza en los Diseños	D1= M1 D2= M1+5% D3= M2+10% D4=M3+15% D5=M4+20%	%				

La **población** de estudio abarca a todos los sujetos que cumplen con los criterios de inclusión, mientras que la muestra es el conjunto de sujetos seleccionados de esta población. En esta investigación en curso, se utiliza una muestra probabilística y, de acuerdo con el criterio de selección, se detallan las características relevantes para el estudio. El proyecto de investigación se centra en los habitantes beneficiados por esta obra de edificación en el CCPP San Juan de Dios, perteneciente al Distrito de Pacanga, Provincia de Chepén, Departamento de La Libertad. **Muestra**, se realizó como muestras de estudio a los suelos arenosos del CCPP San Juan de Dios. **Muestreo**: El muestreo se realizó en suelos en su estado natural mediante la excavación de cuatro calicatas, con el objetivo de evaluar sus propiedades y características físico-mecánicas. Además, el material utilizado para la estabilización de los suelos será el polvo de piedra caliza (PPC).

**Las técnicas de recolección de datos**; la principal técnica fue la observación directa registrando información en valores dado por los ensayos, que su resultado sea comprensible en la redacción, permitiendo a otras personas que puedan informarse sea claro y preciso, también será a través del análisis documental que se obtiene información mediante la adquisición de: Artículos, tesis, a la vez la utilización normas nacionales e internacionales. **En los instrumentos de recolección de datos**; es la guía de observación; resultando ser todos los formatos de laboratorios de los ensayos a realizar, también como otro instrumento es la guía de análisis de documentos, las normas vigentes que permita la realización de ensayos de laboratorios, cumpliendo con lo establecido de cada uno. **Validez y confiabilidad**: En la presente investigación, la recolección de datos será validados ingenieros civiles con grado de maestría y con amplia experiencia, para obtener un documento donde indique mediante su firma, la validez de la revisión del presente proyecto de investigación. La confiabilidad del proyecto será dada por el laboratorio, cuyos equipos deben estar en buen estado y calibrados para no presentar errores en los resultados.

En el **procedimiento de análisis de datos**, se procedió a realizar un diagrama de flujo, para el entendimiento del proceso realizado.

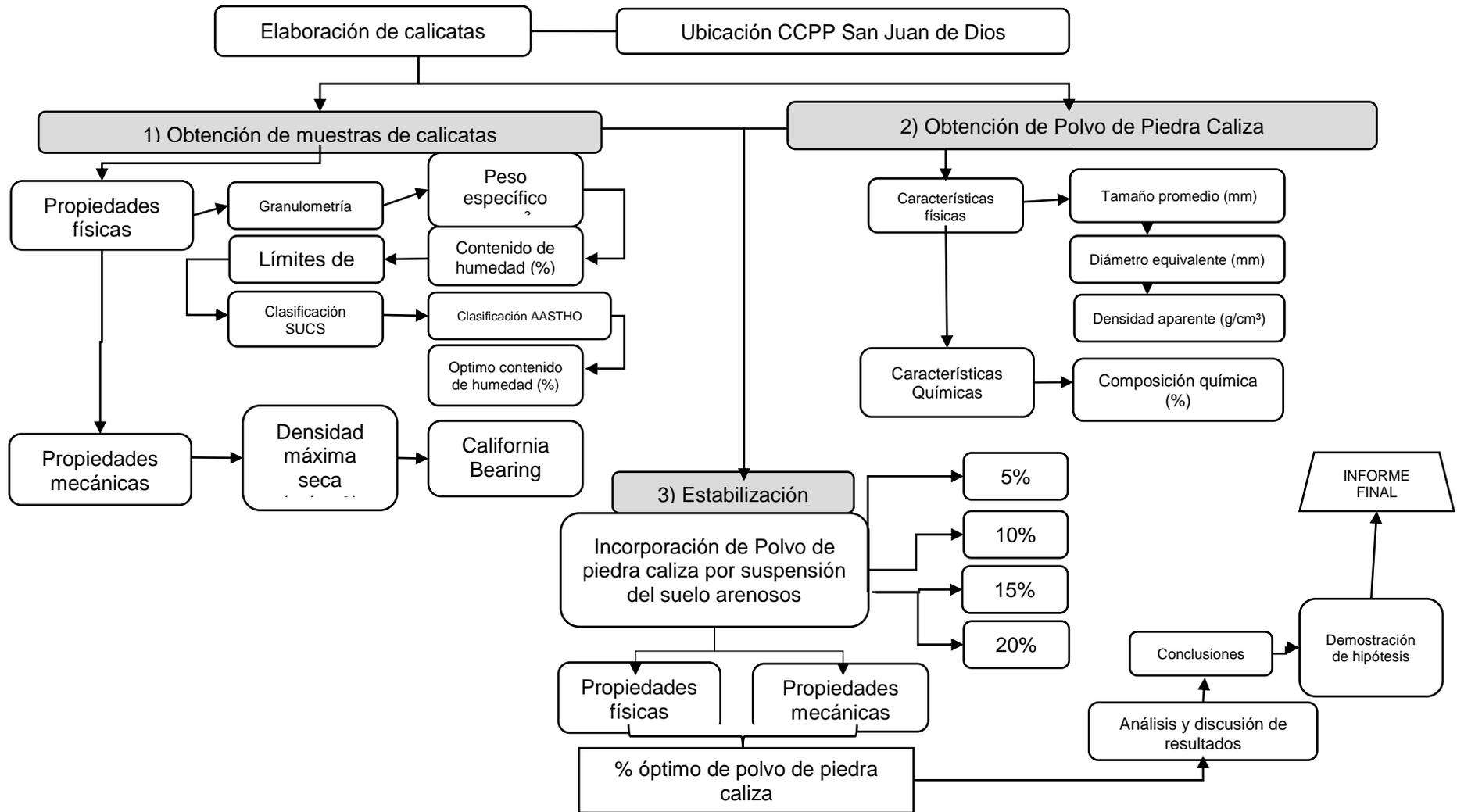


Diagrama de flujo de proceso

**Los criterios éticos** en este proyecto de investigación se desarrollaron mediante la planificación realizada cumpliendo con los requisitos de la universidad, la información recopilada como base de información son de fuentes confiables, indexadas por bases de datos, a la vez cumpliendo con el rango de años que se debe seleccionar los trabajos previos de los mismos artículos y a la vez también la inclusión de tesis. De tal forma el comité de investigación menciona mediante resolución los requerimientos del código de ética, principalmente enmarcado la autonómica de la investigación [69].

Los resultados que se obtendrán mediante los ensayos que se van a realizar en la observación del cuadro de operacionalización, respetando los porcentajes y muestras que se utilizarán, deben realizarse a través de instrumentos de recolección de datos mediante formatos de ensayos obtenidos por el mismo laboratorio elegido a realizar cumpliendo con las normativas a emplear. La confiabilidad permitirá que este proyecto pueda servir como aporte científico en base de fuente de investigación a futuro. Como autor se debe respetar los resultados, la información adquirida o tomada en cuenta en esta investigación debe ser citada, así como investigador permitirá seguir con el término del proyecto.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

**OE1:** Describir la composición química del PPC para la influencia en suelos arenosos.

Se procedió a realizar la composición química de la piedra caliza, teniendo en cuenta diferentes ensayos, la muestra analizada fue por el Laboratorio Labonor, ubicada en Trujillo, calificó a las normas y métodos utilizados para estudiar al PPC, utilizando el método gravimétrico, volumétrico y solubilidad in vitro.

TABLA VI:  
COMPOSICIÓN QUÍMICA AL PPC

Ensayo	Unidad	Resultados
Humedad libre		0.14
Cenizas		99.20
Pureza, CaCO <sub>3</sub>		95.77
Calcio, Ca	%	38.34
Fósforo, P		0.06
Magnesio, Mg		0.12
Solubilidad		23.00

Nota, los valores resultantes son porcentajes

**OE2:** Analizar las propiedades físicas: Granulometría, contenido de humedad, clasificación de SUC, Límites de Atterberg, clasificación AASTHO y peso específico.

La descripción de las actividades realizadas en campo y laboratorio, los resultados de los análisis efectuados en el estudio de Mecánica de Suelos El área de estudio está ubicada en la localidad de San Juan de Dios del distrito de Pacanga - Provincia de Chepén - Departamento de La Libertad.

Exploración de campo (calicatas). - El programa de exploración de campo consistió en la ejecución de cuatro calicatas realizadas de forma manual hasta los 1.20m de

profundidad cada una, previamente ubicadas, con un área de influencia que cubre estratégicamente el área de estudio. Adicionalmente, se tomó una muestra alterada por cada estrato, las muestras tomadas fueron debidamente protegidas e identificadas y se remitieron al laboratorio para ejecutar con ellas los ensayos pertinentes.

Las calicatas realizadas fueron identificadas como C-1, C-2, C-3 y C-4

TABLA VII:  
GEORREFERENCIACIÓN UTM  
WGS84: 17M

<b>Calicatas</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
C-1	663982	9215559
C-2	663864	9215007
C-3	663865	9215588
C-4	663872	9215012

TABLA VIII:  
CLASIFICACIÓN DEL SUELO  
SEGÚN IP

<b>Clasificación</b>	<b>Plasticidad</b>	<b>Características</b>
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

TABLA IX:  
RESULTADO SUBRASANTE,  
ÍNDICE DE GRUPO

Calicata	IP	IG	%W
C-1	N.P.	0.215	0.87%
C-2		0.215	1.70%
C-3		0.215	0.94%
C-4		0.215	1.46%

Nota. el suelo es no plástico, suelos exentos de arcillas. Las calicatas presentan una Subrasante Muy Buena.

TABLA X:  
TIPO DE SUELO

Calicata	TIPO DE SUELO
C-1 al C-4	SP, SM. Presenta propiedades homogéneas de suelo.

Nota. De acuerdo a la tabla las calicatas presentan que el tipo de suelo son homogéneas.

TABLA XI:  
ANÁLISIS DE AGRESIVIDAD

Análisis	P.P.M.				NIVEL	DESCRIPCION
Sales solubles	> 15000				Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia por lixiviación del concreto
Componentes	C-1	C-2	C-3	C-4		AGRESIVIDAD
Sales solubles (%)	0.70%	0.80%	0.80%	0.85%		Perjudicial

**Propiedades físicas:**

**Granulometría:** se realizó para cada calicata, siendo en total 4.

TABLA XII:  
ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Distribución granulométrica				
	C1	C2	C3	C4
% Grava			0	
% Arena	96.8	94.2	89.2	95.5
% Arcilla y Limo	3.2	5.8	10.8	4.5
Total	100	100	100	100

Nota: Las muestras que se componen por más del 89.2% de arena, menos del 10.8% de arcillas y/o limos, deduciendo que el tipo de suelo de la subrasante son suelos arenosos.

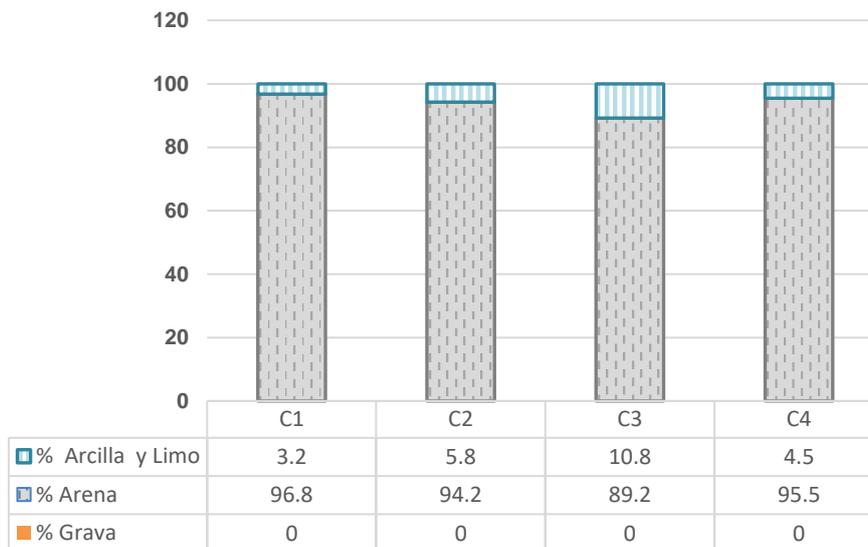


Fig. 5: Ensayo granulométrico

**Contenido de humedad, Clasificación SUCS, Clasificación AASTHO y Límites de Atterberg:** con respecto a estos ensayos se describe los datos en la siguiente tabla.

TABLA XIII:

CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y LÍMITES DE CONSISTENCIA C1-C4					
	% Humedad	Clasificación		Límites de Atterberg	
		SUCS	AASTHO	LL	LP
<b>C1</b>	0.48	SP	A-3 (0)	-	-
<b>C2</b>	0.57		A-3 (0)	-	-
<b>C3</b>	0.59		A-2-4 (0)	-	-
<b>C4</b>	0.57		A-3 (0)	-	-
<b>DESCRIPCIÓN</b>		Arena	BUENO	No presenta	
		pobremente			
		graduada			

Nota: en esta Tabla se visualiza la clasificación SUCS resultando una arena pobremente graduada y AASTHO resultando bueno, de acuerdo con las calicatas estudiadas, no presenta límites de Atterberg.

**Dosificación de porcentajes:**

En la siguiente Tabla se visualiza los porcentajes respectivos del PPC de acuerdo con el peso indicado.

TABLA XIV:

DOSIFICACIÓN DE PPC DE ACUERDO  
CON LOS PORCENTAJES

% PPC	C1	C2	C3	C4
0%			7000 gr	
5%			350 gr	
10%			700 gr	
15%			1050 gr	
20%			1400 gr	

Nota. De la Tabla se muestra las dosificaciones para el ensayo de Proctor modificado fueron planteadas en base al peso de la muestra patrón utilizando 7kg y volumen de acuerdo con el molde.

**OE3:** Analizar propiedades mecánicas: Optimo contenido de humedad, Densidad máxima seca, California Bearing ratio, en los porcentajes de experimentación 5%, 10%, 15% y 20% respecto a las muestras del grupo control.

**Propiedades mecánicas:**

**Muestra patrón de la C1-C4**

**A) Compactación del suelo de las calicatas C1-C4**

TABLA XV:  
RESULTADOS DE PROCTOR  
MODIFICADO

Proctor Modificado		
M PATRON	DM SECA	COH
C1	1.882	12.59
C2	1.905	12.20
C3	1.931	11.92
C4	1.893	12.40
Unidad	gr/cm <sup>3</sup>	%

Nota. En el primer resultado de este ensayo 'Proctor modificado de la muestra patrón C1, la densidad obtenida fue de 1.882 gr/cm<sup>3</sup> por la cual le concierne la humedad óptima de 12.59%.

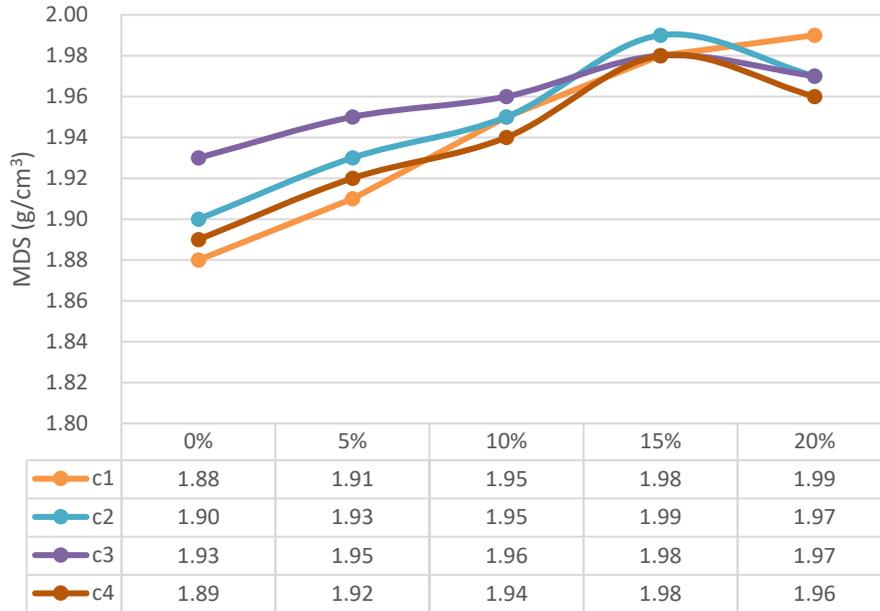


Fig. 6: Diagrama en % de PPC vs MDS

En la Fig. se observa la muestra la MDS con sus respectivas incorporaciones de PPC 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, tal como se muestra que el la C2 al 15% de PPC es la máxima y la mínima se encuentra en la C1 al 5%.

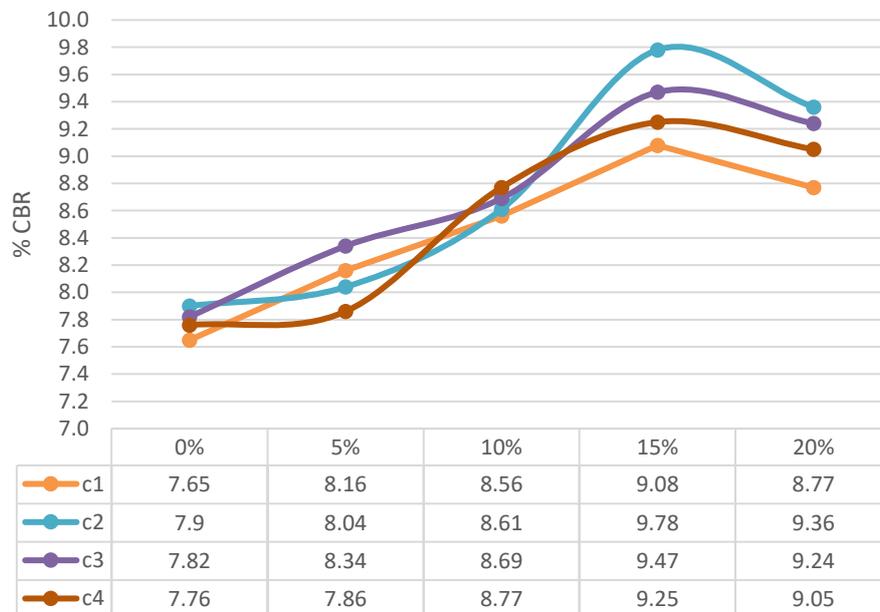


Fig. 7: Curva del % de PPC vs el CBR al 95%

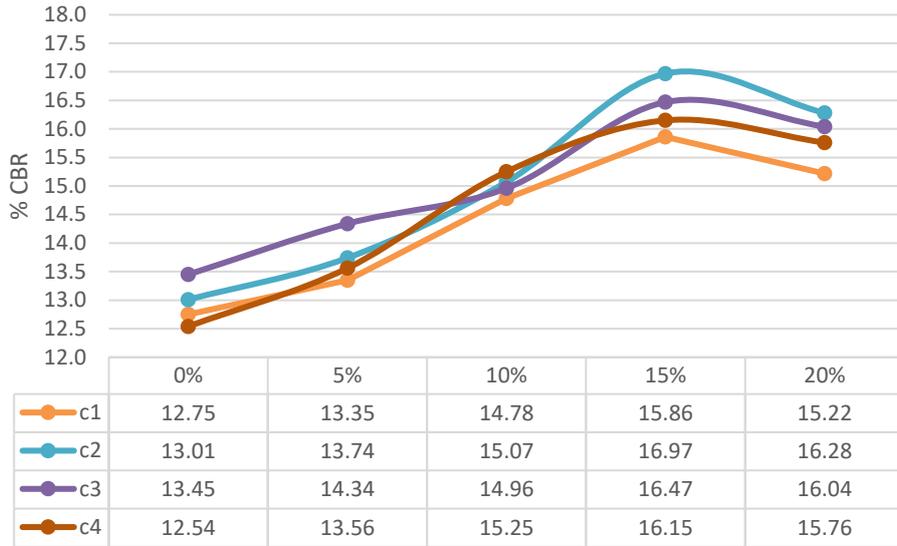


Fig. 8: Curva del % de PPC vs el CBR al 100%

De las Fig. 8 y 9, se observa los comportamientos del ensayo realizado al 95% y 100% con los diferentes % PPC 5%, 10%, 15% y 20% de cada calicata realizada. Los resultados positivos se muestran con la C2, al 95% obtiene 9.78% y al 100% se obtiene 16.97%.

OE4: Evaluar el porcentaje óptimo de la sustitución a partir de la experimentación de los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respecto al patrón y analizar el ensayo de permeabilidad.

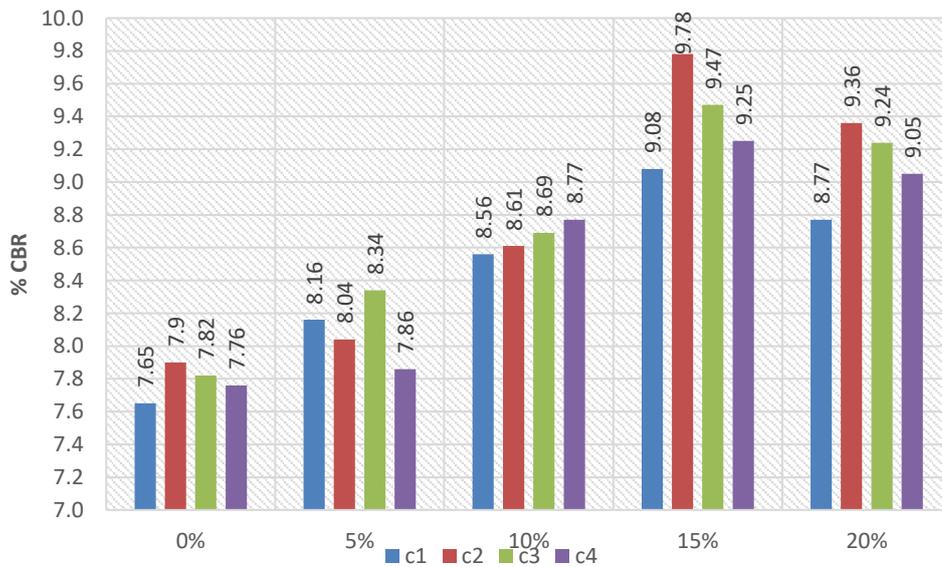
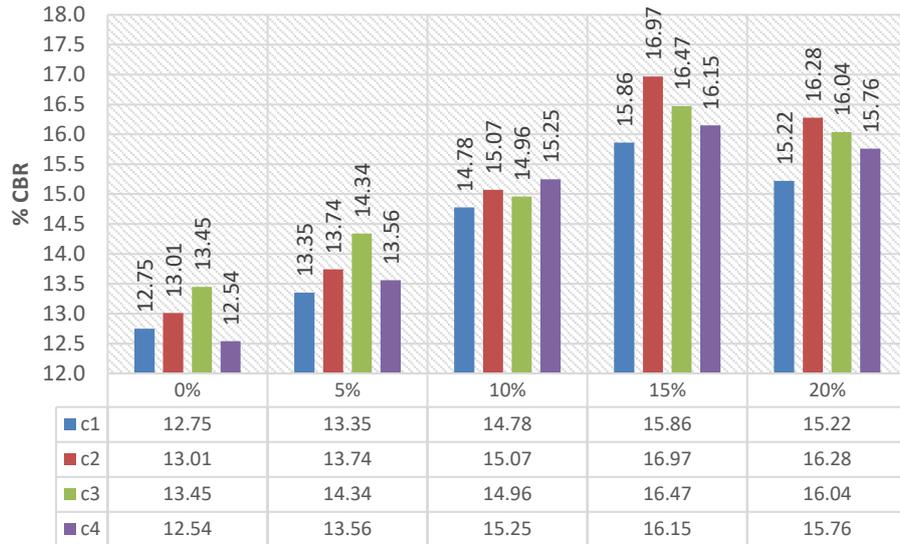


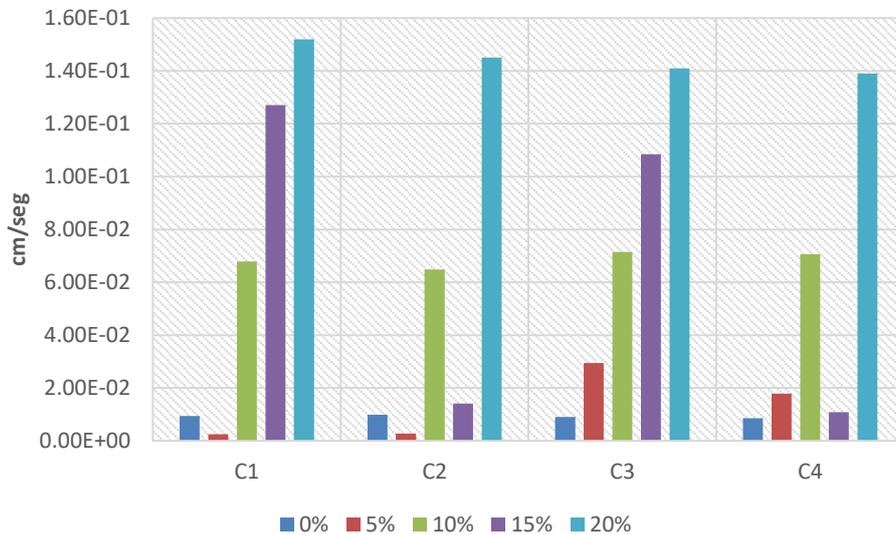
Fig. 9: Diagrama del % de PPC vs el CBR al 95%



**Fig. 10:** Diagrama del % de PPC R al 100%

De acuerdo con los diagramas de % se puede obtener el %óptimo dando como resultado que el 15% de PPC mejora las propiedades mecánicas.

- Ensayo de permeabilidad:



**Fig. 11:** Diagrama del ensayo de permeabilidad con PPC

En la Fig. se visualiza los valores de permeabilidad. Con el PPC

De acuerdo con los diagramas de % se puede obtener el %óptimo dando como

resultado que el 20% de PPC mejora las propiedades mecánicas.

### **3.2 Discusión**

Con respecto en el objetivo 1: Las características físicas- químicas de la sustitución de la piedra caliza para la influencia en suelos arenosos inestables. De acuerdo con la composición química del PPC realizada con la muestra, se tiene lo siguiente comparando con otras investigaciones de los autores siguientes. En el ensayo de composición química de la PPC, se tiene que el CaO, de acuerdo a lo obtenido tiene un aumento, a diferencia de los autores [40] a comparación del componente de Mg que se encuentra muy poco este componente [41].

En el objetivo 2: Analizar la variación de los resultados y de las propiedades físicas: Granulometría, contenido de humedad, Clasificación SUCS, Límites de Atterberg, Clasificación AASTHO y peso específico; Los diferentes autores, Salih & Abdalla [29], utilizó polvo piedra caliza (PPC) como reemplazo de la masa seca del suelo natural, resultando que su uso expone a un nivel notable de mejora de las propiedades geotécnicas de los suelos. Otra investigación realizada por los autores, Kandagaddala & Nanthagopalan [31], en su investigación utilizó el PPC en reemplazos variables en peso, donde menciona el aumento en el límite elástico, la viscosidad plástica, la velocidad de estructuración y una disminución del tiempo de percolación con incrementos en la proporción coincidiendo con los autores ya mencionados concuerda que el 20 % de PPC, mejora sus propiedades.

OE3: Analizar las propiedades mecánicas en los porcentajes de experimentación 5%, 10%, 15% y 20% respecto a las muestras del grupo control.

Del mismo modo, Pérez [39], en su investigación menciona que al adicional PPC la densidad va aumentando en mínimas cantidades, y con respecto a la resistencia no confinada también aumenta con los resultados de la investigación.

Además, Pastor et al. [32], mencionan que al adicionar el PPC resistencia a la

compresión libre aumenta hasta un 148% para el porcentaje máximo de adición. En conclusión, esta investigación destaca la potencial revalorización de los residuos de polvo de caliza como material aglutinante para la mejora de suelos arenosos, permitiendo reducir los impactos negativos de estos residuos y obtener beneficios económicos y ambientales de su reutilización. También, Yilmaz & Duman [33], utilizaron desechos industriales de piedra caliza para llevar a cabo la estabilización del suelo, se mezclaron con suelo natural en porcentajes de aditivos del 5%, 10%, 15% y 20%. A la luz de los datos obtenidos, se necesitaba la presencia de un ligante diferente y se eligió la cal como ligante primario. Se realizaron pruebas de índice, resistencia y durabilidad en mezclas que contenían 5%, 10%, 15% y 20% de PPC. Los resultados de los experimentos, se determinó que el uso PPC aumentó del 49 % en la resistencia, se concluyó que estos desechos pueden usarse para la estabilización de suelos de baja plasticidad con PPC.

OE4: Evaluar el porcentaje óptimo de la sustitución a partir de la experimentación de los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% respecto al patrón. El porcentaje óptimo de la investigación muestran que el 15% de PPC influye significativamente en las propiedades mecánicas para la estabilización de suelos arenosos. Del mismo modo, [2], también coinciden que el porcentaje de adición al 20% de PPC aumenta sus propiedades. Además, Pastor et al. [32], señalan que el porcentaje óptimo fue el 15% de PPC en la utilización de su investigación, la resistencia a la compresión libre aumenta hasta un 148% para el porcentaje máximo de adición, esta investigación destaca la potencial revalorización de los residuos de polvo de caliza como material aglutinante para la mejora de suelos arenosos, permitiendo reducir los impactos negativos de estos residuos y obtener beneficios económicos y ambientales de su reutilización.

También, Yilmaz & Duman [33], utilizaron desechos industriales de PPC para llevar a cabo la estabilización del suelo, se mezclaron con suelo natural en porcentajes de aditivos determinando que el 15% aumentó del 49 % en la resistencia. Comparando con los trabajos

existentes, Salih & Abdalla [31], mencionan que al adicionar el 20% de PPC mejora las propiedades mecánicas del suelo. Sin embargo Ibrahim et al. [34], recomiendan que el porcentaje óptimo de PPC en 24% se puede agregar al suelo para la mejora de sus propiedades.

Naji et al. [34], describen que al utilizar PPC al 5 % y cenizas volantes al 10 % han mostrado un aumento significativo de hasta el 220 % en el valor de CBR, el 82 % en la contracción volumétrica y el 100 % en el potencial de expansión. A diferencia de Mustafá et al. [35], mencionan que al trabajar con 10% por el peso seco del suelo muestra aumentos significativos en las propiedades mecánicas utilizando PPC mejoró las características de compactación con una mejora significativa en los resultados de resistencia a la compresión no confinada (UCS),

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

OE1: Análisis del componente PPC, Se concluye que el análisis del componente Polvo de Piedra Caliza (PPC) revela una amplia referencia a los elementos que lo constituyen, permitiendo un estudio más integral de sus efectos en el comportamiento del suelo. Los resultados obtenidos pueden ser comparados con otras investigaciones previas, lo que facilita una mejor comprensión de sus propiedades y la identificación de tendencias relevantes para la estabilización de suelos.

OE2: Propiedades físicas del suelo, Con respecto a las propiedades físicas, se concluye que las muestras de suelo analizadas corresponden a suelos arenosos en la subrasante. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), estos suelos se clasifican como arenas pobremente gradadas, mientras que la clasificación AASHTO los identifica como suelos de calidad adecuada para fines geotécnicos. Las calicatas estudiadas no presentaron límites de Atterberg, lo que es coherente con la clasificación arenosa de los suelos y sugiere una baja plasticidad.

OE3: Propiedades mecánicas, En cuanto a las propiedades mecánicas, los resultados del ensayo Proctor modificado sobre la muestra patrón (C1) indican una densidad seca máxima de  $1.882 \text{ g/cm}^3$ , con una humedad óptima del 12.59%. Para la muestra modificada con 15% de PPC (C2), se obtuvo una mejora significativa en las propiedades mecánicas, alcanzando la densidad máxima y la mínima humedad óptima al 95% y 100% de compactación, con valores de 9.78% y 16.97% respectivamente. Esto demuestra que el PPC actúa como un estabilizador eficaz del suelo, mejorando la compactación y resistencia, y ofreciendo además una solución económica y ambiental al problema de la disposición de residuos de piedra caliza.

OE4: Porcentaje óptimo de PPC, Finalmente, se concluye que el porcentaje óptimo de PPC para mejorar las propiedades mecánicas del suelo arenoso es el 15%. Esta investigación resalta la revalorización de los residuos de PPC como un material aglutinante viable para la estabilización de suelos, contribuyendo a la reducción de los impactos negativos asociados a estos desechos y promoviendo beneficios tanto económicos como ambientales derivados de su reutilización.

## **4.2 Recomendaciones**

OE1: Analizar el componente de PPC en su capacidad para mejorar las propiedades del suelo, Promover estudios comparativos de PPC con otros estabilizadores: Se recomienda realizar investigaciones adicionales que comparen el PPC con otros materiales estabilizadores comunes, como la cal o el cemento. Esto permitirá validar el uso del PPC como una alternativa viable y sostenible, aportando más referencias y datos que puedan ser utilizados en futuros estudios de estabilización de suelos.

OE2: Estudiar las propiedades físicas del suelo y su clasificación, Se recomienda aplicar el PPC en estudios con suelos de diferentes características, tales como suelos arcillosos o limosos. Esto permitirá evaluar la eficacia del PPC en una gama más amplia de condiciones geotécnicas y determinar su aplicabilidad en distintas regiones y proyectos.

OE3: Analizar las propiedades mecánicas de los suelos tratados con PPC, Establecer el uso del PPC como estabilizador en proyectos de pavimentación\*\*: Se recomienda que el PPC sea considerado como un estabilizador adecuado para suelos en proyectos de pavimentación, dado que las mejoras en la densidad y humedad óptima indican un rendimiento mejorado del suelo. Este material podría ser una solución económica para mejorar la calidad de las bases y subbases viales.

OE4: Determinar el porcentaje óptimo de PPC para mejorar las propiedades mecánicas del suelo, Se recomienda realizar ensayos adicionales con suelos tratados con PPC bajo diferentes condiciones climáticas (humedad, temperatura) y cargas mecánicas. Esto permitirá verificar si el 15% de PPC sigue siendo el porcentaje óptimo bajo condiciones

adversas o variables, asegurando así la durabilidad y estabilidad del suelo a largo plazo. Dado el éxito del PPC en mejorar las propiedades mecánicas del suelo, se recomienda fomentar la revalorización de residuos industriales en proyectos de ingeniería civil, promoviendo su inclusión en normativas y prácticas constructivas sostenibles. Esto no solo reducirá el impacto ambiental, sino que también ofrecerá una solución económica en el ámbito de la construcción.

## REFERENCIAS

- [1] H. Jafer, Z. Majeed and A. Dulaimi, "Incorporating of two waste materials for the use in fine-grained soil stabilization," *Civil Engineering Journal (Iran)*, vol. 6, no. 6, pp. 1114-1123, 2020.
- [2] D. Sangita and A. Sayali , "Impact of microplastics on strength parameters of clayey, Sandy, silty soil: A comparative assessment," *Science of The Total Environment*, vol. 946, p. 174161, 2024.
- [3] M. Abdalla, T. Endo, T. Maegawa, A. Mamedov and N. Yamanaka, "Effectiveness of organic amendment and application thickness on properties of a sandy soil and sand stabilization," *Journal of Arid Environments*, vol. 183, p. 104273, 2020.
- [4] A. Sharma and R. Sharma, "Effect of addition of construction–demolition waste on strength characteristics of high plastic clays," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 4, no. 1, 2019.
- [5] A. MohammadReza , G. Pooria , H. Amin , H. Asghar and R. Navid , "Experimental investigation of sandy soil stabilization using chitosan biopolymer," *Transportation Geotechnics*, vol. 46, p. 101266, 2024.
- [6] G. Makeen, S. Awad and A. Baghdady, "Amelioration of Soil Expansion Using Calcined Ornamental Stones Hazardous Carbonate Wastes," *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 42, p. 703–723, 2021.
- [7] A. Jain, A. Choudhary and J. Jha, "Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil," *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, p. 2293–2302, 2020.
- [8] M. Tonini , S. Tonatto , G. Jordi and N. Consoli, "Mechanical and Environmental Performance of Eggshell Lime for Expansive Soils Improvement," *Transportation*

- Geotechnics*, vol. 31, p. 100681, 2021.
- [9] N. Durán , J. dos Santos, J. Cardoso and M. Toé, "Mechanical Behavior of Clayey Soil Reinforced with Recycled Tire Rubber Using Chips and Fibers," *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 40, p. 3365–3378, 2022.
- [10] A. Galvín, A. López, M. Cabrera, J. Rosales and J. Ayuso, "Stabilization of expansive soils with biomass bottom ashes for an eco-efficient construction," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, p. 24441–24454, 2020.
- [11] A. de Oliveira, A. Diniz , L. Lopes and J. Dantas , "Evaluation of calcined textile sludge as a stabilizing material for highway soil," *Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)*, vol. 7, no. 5, pp. 688-699, 2020.
- [12] H. Alkhazraji, S. Kamil, R. Mohsin, T. Majeed and A. Abbood, "Utilization of Limestone to Effect on Physical - Mechanical Properties of Fired Clay Brick," *Civil and Environmental Engineering*, vol. 18, no. 2, pp. 750-759, 2022.
- [13] L. Yaowu , C. Chengjun , W. Qing , Z. Wenle , S. Jiejie , C. Yating , G. Feifan , H. Mengxia and R. Irene , "Utilization of bioethanol industry recycled waste for sustainable soil improvement: A win-win application," *Engineering Geology*, vol. 289, p. 106192, 2021.
- [14] L. Bo , H. Yanqing , H. Yanhui , W. Guoxuan , G. Rong and L. Dongyang , "A nonlinear elastic-strain hardening model for frozen improved sandy soil under uniaxial compression loading condition," *Cold Regions Science and Technology*, vol. 222, p. 104205, 2024.
- [15] M. Jebeli and N. Heidarzadeh, "Enhancement of the quick lime-based solidification/stabilization of oily wastes using modified clay," *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, vol. 96, no. 8, pp. 2265-2274, 2021.
- [16] H. Ramesh, M. Rao , M. Eshwaraiah and S. Nethravathi , "Suitability of bagasse ash-

- lime mixture for the stabilization of black cotton soil," *Geomechanics and Engineering*, vol. 28, no. 3, pp. 255-263, 2022 .
- [17] K. Gandhi and S. Shukla, "Durability study of expansive clay treated with bagasse ash and cement slag," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 6, no. 126, 2021.
- [18] S. Dike, S. Apte and V. Dabir, "Effect of low-density polyethylene, polyvinyl chloride, and high-density polyethylene micro-plastic contamination on the index and engineering properties of clayey soil- an experimental study," *Environmental Research*, vol. 218, p. 115016, 2023.
- [19] P. Singh, A. Boora and A. Kumar , "Geotechnical characteristics of clayey soil admixed with municipal solid waste incineration ash, cement and polypropylene fiber," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 6, no. 193, 2021.
- [20] A. Hameed, A. Shaban and R. Almuhan, "Performance of Lime-Treated Sandy Soils after Sustainable Reinforcement Using Waste Plastic Fibre," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 012047, p. 1067, 2021.
- [21] M. Abed, "Partial Replacement Effect of Firewood Ash (FWA) on the Geotechnical Properties of Clay Stabilized with Cement," *Civil and Environmental Engineering*, vol. 16, no. 2, pp. 289-298, 2020.
- [22] C. Goicochea and M. Lugones , "Uso de sedimentos de Chavimochic y Cal para la estabilización de suelos arenosos en el tramo desvió de Virú – puerto Morín – la libertad 2022," Universidad Privada Antenor Orrego, La Libertad- Perú, 2022.
- [23] J. Tejeira, "Efecto de utilización de residuo avícola y biopolímero de fermentación bacteriana para mejorar las propiedades mecánicas y de impermeabilidad en suelos arenosos limosos como subrasante de carreteras," Universidad San Ignacio de Loyola, Lima-Perù, 2024.
- [24] A. Sharma and R. Sharma, "Strength and Drainage Characteristics of Poor Soils

Stabilized with Construction Demolition Waste," *Geotechnical and Geological Engineering*, vol. 38, p. 4753–4760, 2020.

- [25] S. Aguado, "Diseño de un pavimento flexible utilizando geomallas en suelos arenosos en el AA.HH. Virgen de las Mercedes – Ventanilla 2020," Universidad César Vallejo , Lima- Perú, 2020.
- [26] S. Haro, "Efecto de la adición de vidrio reciclado en la estabilización de suelo arenoso en el A.H. Villa Hermosa, Nuevo Chimbote," Universidad César Vallejo , Lima- Perú, 2021.
- [27] B. Munaya and S. Yataco, "Estabilización de la subrasante en suelos arenosos con adición de caucho y cal, AA.HH. San Martin de Porras, Ica 2021," Universidad César Vallejo, Ica-Perù, 2021.
- [28] A. Sharma and R. Sharma, "Sub-grade characteristics of soil stabilized with agricultural waste, constructional waste, and lime," *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, vol. 80, no. 8, 2020.
- [29] K. Ibañez and J. Mera, "Análisis Comparativo de las Propiedades Mecánicas de los Suelos Arenosos y Arcillosos con Cenizas de Carbón," Universidad Señor de Sipan, Chiclayo- Peru, 2023.
- [30] M. Rubiños, "Estabilización de suelos arenosos en subrasante adicionando reciclado de aceite quemado de vehículos," Universidad Señor de Sipan, Chiclayo- Peru, 2023.
- [31] N. Salih and T. Abdalla, "Stabilization Of Low Plasticity Clay Soil Utilizing Crushed Limestone," *Jordan Journal of Civil Engineering*, vol. 16, no. 2, 2022.
- [32] J. Pastor, R. Tomàs, M. Cano, A. Riquelme and E. Gutierrez, "Evaluation of the Improvement Effect of Limestone Powder Waste in the Stabilization of Swelling Clayey Soil," *Sustainability*, vol. 11, no. 3, p. 679, 2019.
- [33] H. Ibrahim, Y. Alshkane, Y. Mawlood and K. Noori, "Improving the geotechnical

- properties of high expansive clay using limestone powder," *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 112, 2020.
- [34] J. Naji, H. Bilsel and A. Balkis, "Effect of fly ash-limestone dust stabilization on volume change and strength of expansive soil," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 800, no. 012039, 2020.
- [35] Y. Mustafa, O. Baghabra , S. Ahmad, M. Maslehuddin and M. Al-Malack, "Utilization of Portland cement with limestone powder and cement kiln dust for stabilization/solidification of oil-contaminated marl soil," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, p. 3196–3216, 2020.
- [36] J. Corcho, "Aprovechamiento de Polvo de Mármol en la Agricultura: Una Alternativa Sustentable para Corregir la Acidez de Suelos del Caribe Colombiano".
- [37] S. Vasquez, "Mejoramiento de las propiedades mecánicas de la subrasante, con polvo de mármol y cal, Av. California – Chosica, Lima 2022," Universidad César Vallejo , Lima- Peru, 2022.
- [38] L. Castañeda and S. Revilla, "Uso de piedra caliza para el camino vecinal de plataforma entre Lamud – Chaquil, distrito de Lamud – Luya - Amazonas," Universidad Cesar Vallejo, Moyobamba-Perù, 2022.
- [39] J. Perez, "Estabilización mecánica con piedra caliza del camino vecinal Lamud - Pueblo de los muertos," Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas- Perù, 2024.
- [40] A. Beyene, Y. Tesfaye, D. Tsige, A. Sorsa, T. Wedajo, N. Tesema and G. Mekuria, "Experimental study on potential suitability of natural lime and waste ceramic dust in modifying properties of highly plastic clay," *Heliyon*, vol. 8, no. 10, p. e10993, 2022.
- [41] A. Ahmed, A. Hassan and H. Lotfi, "Stabilization of Expansive Sub-grade Soil Using Hydrated Lime and Dolomitic-Limestone By-Product (DLP)," *Geotechnical and*

- Geological Engineering*, vol. 38, pp. 1605-1617, 2020.
- [42] G. Stoops, R. Langohr and E. Van , "Micromorphology of soils and palaeosoils in Belgium. An inventory and meta-analysis," *CATENA*, vol. 194, p. 104718, 2020.
- [43] J. Yost and A. Hartemink, "Chapter Four - Soil organic carbon in sandy soils: A review," *Advances in Agronomy*, vol. 158, pp. 217-310, 2019.
- [44] A. Romeiro , R. Svenja , F. Vincent , H. Dörthe , G. Brunetto, A. Dantas , S. Peth and J. Reichert, "Long-term organic fertilization with high carbon input improves pore geometry and functionality of no-till sandy soil," *Soil and Tillage Research*, vol. 244, p. 106256, 2024.
- [45] A. Abd-Elazem, M. El-Sayed, A. Abdelsalam and A. Moursy, "Soil quality and land capability evaluation for agriculture in Balat area, El Dakhla Oasis, western Desert, Egypt," *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 2024.
- [46] M. Castro, L. Castro and P. Castro, "Aplicación práctica del método AASHTO-93 para el diseño de pavimento rígido," *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, vol. 5, no. 9, pp. 640-663, 2020.
- [47] I. Zorluer and S. Gucek , "The usability of industrial wastes on soil stabilization," *Revista de la construcción*, vol. 19, no. 1, 2020.
- [48] I. Hastuty<sup>1</sup>, Roesyanto and D. Stephanes, "The use of bottom ash and limestone as soil stabilization material based on unconfined compression test," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 801, no. 012009, 2020.
- [49] D. Handayani, A. Zainuri and M. Kasim, "Potensi Batugamping Untuk Bahan Baku Industri Semen Daerah Biluhu Timur Dan Sekitarnya," *Jambura Geoscience Review (JGEOSREV)*, vol. 1, no. 2, pp. 68-72, 2019.
- [50] T. Yunanto, S. Suparno and K. Syarif, "The effect of limestone dust and different doses of mycorrhizal biological fertilizer on the growth of coffee seedlings in former

quarry limestone mines," *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, vol. 10, no. 3, 2023.

- [51] NTP 339.127:1998 (revisada el 2019), "SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Edición," Norma Técnica Peruana, 2019.
- [52] ASTM D2216, "Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass," ASTM International, 2019.
- [53] NTP 339.128:1999 (revisada el 2019), "SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Edición," Norma Técnica Peruana, 2019.
- [54] ASTM D422-63, "Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils," ASTM International, 2017.
- [55] NTP 339.129:1999 (revisada el 2019), «SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.1ª Edición,» Norma Técnica Peruana, 2019.
- [56] ASTM D4318, "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils," ASTM International, 2018.
- [57] NTP 339.152 2002 (revisada el 2015), "SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.," Norma Técnica Peruana, 2015.
- [58] NTP 339.134:1999 (revisada el 2019), "SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). 1ª Edición," Norma Técnica Peruana, 2019.
- [59] ASTM D2487, "Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)," ASTM International, 2020.
- [60] NTP 339.135:1999 (revisada el 2019), "SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte. 1ª Edición," Norma Técnica Peruana, 2019.

- [61] NTP 339.141:1999 (revisada el 2019), "SUELOS. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)). 1ª Edición," Norma Técnica Peruana, 2019.
- [62] ASTM D1557, "Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2,700 kN-m/m<sup>3</sup>)), " ASTM International, 2021.
- [63] NTP 339.145:1999 (revisada el 2019), "SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. 1ª Edición," Norma Técnica Peruana, 2019.
- [64] ASTM D1883, "Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils," ASTM International, 2021.
- [65] J. Rubio, D. Cuadra, P. Castro, C. Oyanadel and I. Gonzales, "Subjective theories in teachers about instructional time and its relationship with teaching-learning," *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, vol. 48, no. 3, pp. 79-101, 2023.
- [66] E. Multan and M. Wojcik, "Research Methodology of Entrepreneurship and Innovativeness of Higher Education Institutions," *Edukacja Ekonomistów i Menedżerów*, vol. 42, no. 4, pp. 83-98, 2016.
- [67] N. Legrá, R. Estrada, M. López and M. Hernández, "Ideas innovadoras para el desarrollo local desde la asignatura Metodología de la Investigación Científica," *UCIENCIA*, 2021.
- [68] R. Ochoa and D. Fusil, "Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas," *Orbis: revista de Ciencias Humanas*, vol. 15, no. 45, pp. 13-22, 2020.
- [69] Universidad Señor de Sipan, "Código de ética en investigación de la Universidad Señor de Sipan- Resolución N°053-2023/PD-USS," 2023.

## ANEXOS

Anexo 1: Matriz De Consistencia.....	52
Anexo 2: Tabla De Operacionalización – Variable Dependiente.....	55
Anexo 3: Tabla De Operacionalización- Variable Independiente .....	56
Anexo 4: Certificado De Calibración De Equipos.....	57
Anexo 5: Ensayo De Laboratorio.....	82
Anexo 6: Evidencia Del Manuscrito A Revista .....	134
Anexo 7: Fotografías .....	136
Anexo 8: Fichas Técnicas.....	141
Anexo 9: Mapa Geologico De La Libertad (Ubicación Del Proyecto) .....	142
Anexo 10: Factores De Capacidad De Carga – Kumbhojkar 1993 .....	144

# **Matriz de consistencia**

ANEXO 1: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA	ENFOQUE/ TIPO / DISEÑO	TÉCNICAS/ INSTRUMENTO
<p><b>Problema:</b> ¿Cómo influye el PPC para la mejora de propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Evaluar la influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos inestables.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b> OE1: Describir la composición química del PPC. OE2: Analizar las propiedades físicas: Granulometría, contenido de humedad, Clasificación SUCS, Límites de Atterberg, Clasificación AASTHO y peso específico. OE3: Analizar las propiedades mecánicas: Optimo contenido de humedad, Densidad máxima seca, California Bearing ratio, en los porcentajes de experimentación 5%, 10%, 15% y 20% respecto a las muestras del grupo control. OE4: Evaluar el porcentaje</p>	<p><b>Hipótesis</b></p> <p>Hi: La influencia de PPC mejorará al menos en una de las propiedades mecánicas de los suelos arenosos, en el CCPP San Juan de Dios, Distrito de Pacanga - Provincia Chepén. Ho: La influencia del PPC no mejorará las propiedades físico-mecánicas de los suelos arenosos, en el CCPP San Juan</p>	<p><b>V.I:</b> Polvo de piedra caliza</p> <p><b>V.D</b> Propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos.</p>	<p><b>Población:</b> incluye todos los sujetos posibles que cumplen los criterios de inclusión, y su muestra es la colección de sujetos que componen la población muestreada.</p> <p><b>Muestra:</b> se realizó como muestras de estudio a los suelos arenosos del CCPP San Juan de Dios.</p>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b> Experimental</p> <p><b>Nivel:</b> Cuasiexperimental</p>	<p>Observación-Recolección de datos</p>

---

óptimo de la sustitución a de Dios, Distrito  
partir de la experimentación de Pacanga -  
de los porcentajes de 5%, Provincia  
10%, 15% y 20% respecto al Chepén.  
patrón y analizar el ensayo de  
permeabilidad.

---

# **Tabla de operacionalización de variables**

ANEXO 2: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN – Variable dependiente

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos</b>	Los suelos arenosos (SA) La suspensión de polvo causa diversos peligros ambientales, incluida la contaminación del aire y del agua y plantea un grave riesgo para la salud humana [18].	Se evaluarán los ensayos de acuerdo a ello se obtendrán resultados según dimensiones	Propiedades físicas	Granulometría	mm	Fichas de observación análisis de documentos	%	Numérica	De razón
				Clasificación del suelo	SUCS ASSTHO				
				Peso específico	Kg/m <sup>3</sup>				
				Contenido de humedad y límites de Atterberg	%				
				Densidad Máxima seca	Gr/cm <sup>3</sup>				
Propiedades mecánicas	California Bearing ratio CBR	%							

ANEXO 3: TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN- Variable independiente

Variable independiente	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Polvo de piedra caliza</b>	Alrededor del 20 % del polvo de piedra caliza (PPC) producido durante el procesamiento, se desperdicia en millones de toneladas, se entierra en vertederos o se arroja abiertamente en espacios abiertos y pozos de basura no regulados [11],	Para su evaluación se realizan calicatas y de acuerdo a las muestras se realizar los ensayos	Propiedades físicas y química	Tamaño promedio	mm	Fichas de observación análisis de documentos	%	Numérica	De razón
				Diametro equivalente	mm				
				Densidad aparente	gr/cm <sup>3</sup>				
				Composición química	%				
				D1= M1					
D2= M1+5%									
D3= M2+10%									
D4=M3+15%									
D5=M4+20%									



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	<b>PRENSA MULTIUSOS</b>
Capacidad	5000 kgf
Marca	FORNEY
Modelo	7691F
Número de Serie	2491
Procedencia	U.S.A.
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	OHAUS
Modelo	DEFENDER 300
Número de Serie	NO INDICA
Resolución	0.1 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

Este certificado de calibración 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 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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 certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

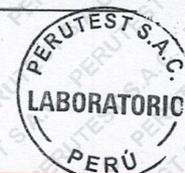
El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión  
 2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSE ALJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de la fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 del INACAL - DNI.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27.8 °C	27.8 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: LF-001 Capacidad: 10,000 kg.f	INF-LE 093-23 A/C

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 056 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	500	500.6	499.3	499.3	499.7
20	1000	1002.0	1000.2	1000.6	1000.8
30	1500	1501.6	1499.9	1500.7	1500.6
40	2000	2003.1	2001.9	2004.8	2003.3
50	2500	2501.4	2499.5	2500.4	2500.5
60	3000	3001.9	2999.4	3000.4	3000.4
70	3500	3502.1	3499.7	3501.7	3500.8
80	4000	4002.3	4000.0	4001.0	4000.8
90	4500	4502.8	4500.2	4501.2	4501.1
100	5000	5003.7	5000.4	5001.4	5001.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
500	0.07	0.26	-0.02	0.02	0.36
1000	-0.08	0.18	-0.03	0.01	0.35
1500	-0.04	0.11	-0.03	0.01	0.34
2000	-0.17	0.14	-0.07	0.01	0.35
2500	-0.02	0.08	-0.04	0.00	0.34
3000	-0.01	0.08	-0.01	0.00	0.34
3500	-0.02	0.07	0.01	0.00	0.34
4000	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
4500	-0.02	0.06	0.00	0.00	0.34
5000	-0.03	0.07	0.02	0.00	0.34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.00 %

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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.

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC





# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023	<p>Este certificado de calibración 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 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 reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST 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 certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W &amp; C E.I.R.L. - LEMS W &amp; C E.I.R.L.</b>	
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	
4. Equipo	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
Capacidad	2000 kN	
Marca	A Y A INSTRUMENT	
Modelo	STYE-2000B	
Número de Serie	131214	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	STYLE-2000B	
Número de Serie	131214	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-09-02	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



📞 913 028 621 / 913 028 622  
📞 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realiza por comparación directa entre el valor de fuerza indicada en el dispositivo indicador de la máquina a ser calibrada y la indicación de fuerza real tomada del instrumento de medición de fuerza patrón siguiendo la PC-032 "Procedimiento para la calibración de máquinas de ensayos uniaxiales" Edición 01 de INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

En el laboratorio del cliente  
Laboratorio de Materiales de LEMS W & C E.I.R.L.

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.0 °C	26.0 °C
Humedad Relativa	58 % HR	58 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE N° 093-23 (B)
ELICROM	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	CCP-0102-001-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 2.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
%	$F_i$ (kN)	Patrón de Referencia			
	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)	
10	100	100.8	101.1	100.9	101.0
20	200	201.0	201.4	201.1	201.3
30	300	301.6	301.6	301.5	301.5
40	400	400.8	400.8	400.7	400.8
50	500	501.7	500.7	501.6	501.2
60	600	600.5	600.0	600.4	600.2
70	700	700.7	700.7	700.5	700.7
80	800	799.6	790.9	799.3	795.2
90	900	899.8	900.5	899.6	900.1
100	1000	1001.6	1000.3	1001.3	1000.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
100	-0.97	0.29	0.00	0.10	0.60
200	-0.62	0.19	0.00	0.05	0.58
300	-0.51	0.03	0.00	0.03	0.58
400	-0.20	0.04	0.00	0.03	0.58
500	-0.23	0.21	0.00	0.02	0.59
600	-0.04	0.07	0.00	0.02	0.58
700	-0.09	0.03	0.00	0.01	0.57
800	0.60	1.10	0.00	0.01	0.85
900	-0.01	0.11	0.00	0.01	0.58
1000	-0.08	0.13	0.00	0.01	0.58

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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.

☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración 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	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos 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 reglamento vigente.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST 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.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

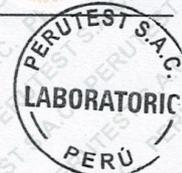
Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
📌 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	JUEGO DE PESAS 10 kg (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
PESATEC	JUEGO DE PESAS 20 kg (Clase de Exactitud: M1)	1159-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	600	-100	30,000	200	300
2	15,000	500	0	30,000	500	0
3	15,001	700	800	30,000	500	0
4	15,000	500	0	29,999	200	-700
5	15,000	600	-100	30,000	500	0
6	15,000	500	0	30,001	700	800
7	15,000	500	0	30,000	500	0
8	15,000	200	300	30,000	800	-300
9	14,999	300	-800	29,999	300	-800
10	15,000	500	0	30,000	500	0
	Diferencia Máxima		1,600	Diferencia Máxima		1,600
	Error Máximo Permissible		± 3,000	Error Máximo Permissible		± 3,000

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	1	5
3		4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	500	0		10,001	800	700	700
2		10	400	100		10,000	500	0	-100
3	10 g	10	500	0	10,000	10,000	400	100	100
4		10	400	100		9,999	200	-700	-800
5		10	500	0		10,000	500	0	0
	Error máximo permisible								± 3,000

\* Valor entre 0 y 10e



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
 ☎ 913 028 623 / 913 028 624  
 🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
 ✉ ventas@perutest.com.pe  
 🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0110 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
10	10	500	0						
20	20	400	100	100	20	500	0	0	1,000
100	100	500	0	0	100	500	0	0	1,000
500	500	400	100	100	500	400	100	100	2,000
1,000	1,000	500	0	0	1,000	500	0	0	2,000
5,000	5,000	400	100	100	5,000	400	100	100	3,000
10,000	10,000	600	-100	-100	10,000	500	0	0	3,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	3,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	600	-100	-100	3,000
25,000	25,000	500	0	0	25,000	500	0	0	3,000
30,000	30,000	600	-100	-100	30,000	600	-100	-100	3,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ ( 0.3787222 \text{ g}^2 + 0.0000000237 \text{ R}^2 )}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0.0000032 R$$

### 12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	2000 g
División de escala (d)	0.01 g
Div. de verificación (e)	0.1 g
Clase de exactitud	III
Marca	AMPUT
Modelo	457
Número de Serie	NO INDICA
Capacidad mínima	0.2 g
Procedencia	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

Este certificado de calibración 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 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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 certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIIII" del SNM- INACAL

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.5 °C	26.5 °C
Humedad Relativa	53%	55%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



913 028 621 / 913 028 622  
913 028 623 / 913 028 624  
www.perutest.com.pe

Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
ventas@perutest.com.pe  
PERUTEST SAC



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,000 g			Carga L2 = 2,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1000.00	5	0	2000.00	5	0	
2	1000.00	4	1	2000.01	8	7	
3	1000.01	8	7	2000.00	3	2	
4	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
5	1000.00	6	-1	2000.00	2	3	
6	1000.01	9	6	2000.00	5	0	
7	1000.00	4	1	2000.00	4	1	
8	1000.00	5	0	2000.00	6	-1	
9	1000.00	6	-1	2000.01	8	7	
10	1000.00	4	1	2000.00	6	-1	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permissible			200	Error Máximo Permissible			300

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0.10	0.10	5	0	1000.00	1000.00	5	0	0	
2		0.11	8	7		1000.00	4	1	-6	
3		0.10	6	-1		1000.00	6	-1	0	
4		0.10	5	0		1000.00	5	0	0	
5		0.10	6	-1		1000.01	8	7	8	
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible				200



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima

✉ ventas@perutest.com.pe

🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0111 - 2023

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0.10	0.10	6	-1						
0.20	0.20	5	0	1	0.20	5	0	1	100
10.00	10.00	6	-1	0	10.00	5	0	1	100
100.00	100.00	7	-2	-1	100.00	4	1	2	100
500.00	500.00	6	-1	0	500.00	5	0	1	200
800.00	800.00	5	0	1	800.00	6	-1	0	200
1000.00	1000.00	6	-1	0	1000.00	7	-2	-1	200
1200.00	1200.00	6	-1	0	1200.00	2	3	4	200
1500.00	1500.00	4	1	2	1500.00	3	2	3	200
1800.00	1800.01	8	7	8	1800.00	3	2	3	200
2000.00	2000.01	8	7	8	2000.01	8	7	8	300

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.000028 \text{ g}^2 + 0.00000000001 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000026 R$$

### 12. Incertidumbre

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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0176
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

Este certificado de calibración 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 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 reglamento vigente.

PERUTEST 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 certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

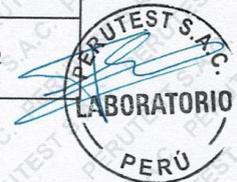
	Inicial	Final
Temperatura	26.3°C	26.3°C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillon Lofe 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	110.5	110.0	110.1	108.6	109.1	108.7	112.0	112.8	110.6	112.2	110.5	4.2
02	110.0	110.3	111.8	110.0	108.5	109.1	108.4	112.2	112.0	111.3	112.4	110.6	4.0
04	110.0	109.3	111.1	109.3	108.8	109.0	108.1	112.6	112.4	111.7	112.5	110.5	4.5
06	110.0	109.0	111.3	109.1	108.8	109.4	107.4	112.1	112.5	111.3	112.5	110.3	5.1
08	110.0	109.3	110.8	108.3	108.4	109.1	107.7	112.7	112.3	111.6	112.8	110.3	5.1
10	110.0	109.0	110.5	108.8	108.2	109.4	107.3	112.3	112.5	111.3	112.0	110.1	5.2
12	110.0	108.5	110.7	109.1	108.5	109.1	107.5	112.4	112.5	111.4	112.4	110.2	5.0
14	110.0	109.2	110.4	109.3	108.4	109.2	107.3	112.7	112.0	111.6	112.4	110.2	5.4
16	110.0	109.2	110.3	109.4	108.3	109.3	107.1	112.3	112.4	111.5	112.2	110.2	5.3
18	110.0	109.1	110.1	109.6	108.7	109.1	107.4	112.1	112.3	110.8	112.3	110.1	4.9
20	110.0	109.3	110.4	109.3	108.7	109.1	107.3	112.4	112.2	110.6	111.8	110.1	5.1
22	110.0	109.2	110.4	109.2	108.4	109.0	107.5	112.2	112.8	111.2	111.7	110.2	5.3
24	110.0	109.0	110.7	109.5	108.2	109.4	107.1	112.7	112.4	110.9	112.4	110.2	5.6
26	110.0	109.1	110.8	109.5	108.5	109.5	107.2	112.3	112.0	110.7	112.3	110.2	5.1
28	110.0	109.3	110.4	109.4	108.2	109.6	107.4	112.1	112.0	110.4	112.4	110.1	5.0
30	110.0	109.1	110.5	109.4	108.5	109.1	107.5	112.4	112.3	110.7	112.2	110.2	4.9
32	110.0	109.1	110.3	109.3	108.8	109.4	107.1	112.8	112.3	110.7	112.4	110.2	5.7
34	110.0	108.9	110.4	109.2	108.5	109.1	107.4	112.2	112.4	110.8	112.7	110.2	5.3
36	110.0	109.4	110.1	109.5	108.3	109.4	107.7	112.3	112.4	110.4	112.5	110.2	4.8
38	110.0	109.2	110.4	109.6	108.6	109.3	107.7	112.4	112.3	110.6	112.4	110.2	4.7
40	110.0	109.1	110.4	109.2	108.4	109.4	107.4	112.1	112.0	110.8	112.4	110.1	5.0
42	110.0	109.4	110.5	109.3	108.8	109.1	107.2	112.0	112.4	110.4	112.8	110.2	5.6
44	110.0	109.1	110.5	109.5	108.3	109.4	107.4	112.8	112.1	110.5	112.4	110.2	5.4
46	110.0	109.1	110.7	109.7	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.3	112.3	110.2	4.9
48	110.0	109.2	110.2	109.4	108.2	109.1	107.1	112.4	112.2	110.1	112.2	110.0	5.3
50	110.0	108.9	110.5	109.4	108.4	109.1	107.3	112.6	112.3	110.5	112.7	110.2	5.4
52	110.0	109.1	110.5	109.2	108.2	109.5	107.3	112.2	112.8	110.7	112.1	110.2	5.5
54	110.0	109.0	110.3	109.7	108.1	109.1	107.5	112.3	112.7	110.1	111.9	110.1	5.2
56	110.0	109.3	110.5	109.4	108.1	109.5	107.5	112.6	112.6	110.4	112.2	110.2	5.1
58	110.0	109.1	110.3	109.2	108.0	109.3	107.6	112.3	112.1	110.5	112.4	110.1	4.8
60	110.0	109.0	110.3	109.6	108.4	109.2	107.4	112.7	112.5	110.7	112.4	110.2	5.3
T.PROM	110.0	109.2	110.5	109.4	108.4	109.2	107.5	112.4	112.3	110.8	112.3	110.2	
T.MAX	110.0	110.5	111.8	110.1	108.8	109.6	108.7	112.8	112.8	111.7	112.8		
T.MIN	110.0	108.5	110.0	108.3	108.0	109.0	107.1	112.0	112.0	110.1	111.7		
DTT	0.0	2.0	1.8	1.8	0.8	0.6	1.6	0.8	0.8	1.6	1.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112.8	22.0
Mínima Temperatura Medida	107.1	0.1
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.0	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	4.9	24.3
Estabilidad Medida (±)	1.0	0.04
Uniformidad Medida	5.7	24.3

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

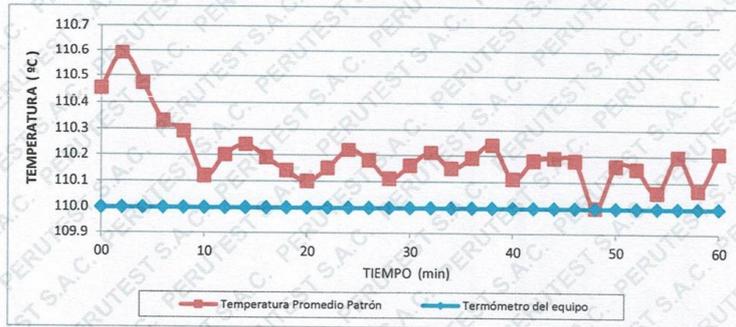
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

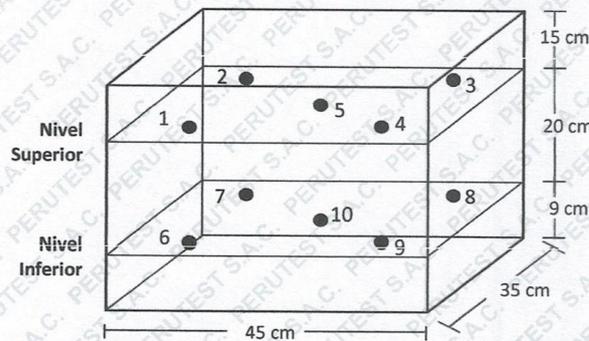
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración 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	LABORATORIO DE ENSAYOS MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	HORNO	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 reglamento vigente.
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H225	
Número de Serie	0120	
Procedencia	PERÚ	PERUTEST 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.
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.3 °C	26.3 °C
Humedad Relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
SAT	Termometro de indicacion digital	LT-0417-2023
METROIL	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-8	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 [www.perutest.com.pe](http://www.perutest.com.pe)

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ [ventas@perutest.com.pe](mailto:ventas@perutest.com.pe)  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 26.3 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	112.4	109.7	112.3	111.0	109.0	109.7	109.2	6.6
02	110.0	105.8	107.1	105.8	109.7	113.0	109.7	111.9	109.7	108.6	109.7	109.1	7.2
04	110.0	105.8	106.9	105.8	109.6	112.6	109.6	112.4	111.3	108.6	109.6	109.2	6.8
06	110.0	105.5	107.0	105.5	109.7	112.6	109.7	112.5	110.5	108.6	109.7	109.1	7.1
08	110.0	105.7	107.1	105.7	109.7	112.4	109.7	112.4	111.0	109.0	109.7	109.2	6.7
10	110.0	105.6	107.0	105.7	109.6	113.0	109.6	112.3	109.7	108.6	109.6	109.1	7.4
12	110.0	105.5	107.1	105.5	109.7	112.6	109.7	112.4	111.0	108.6	109.7	109.2	7.1
14	110.0	105.5	106.9	105.5	109.7	112.6	109.7	112.7	109.7	109.0	109.7	109.1	7.2
16	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.4	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.3	6.4
18	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.6	110.5	109.0	109.7	109.4	6.7
20	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
22	110.0	106.1	107.1	106.1	109.6	112.6	109.6	112.7	110.5	108.6	109.6	109.2	6.6
24	110.0	106.2	106.9	106.2	109.7	112.6	109.7	112.6	111.0	108.6	109.7	109.3	6.4
26	110.0	106.5	107.0	106.5	109.7	112.4	109.7	112.3	109.7	108.6	109.7	109.2	5.9
28	110.0	106.3	106.9	106.3	109.6	113.0	109.6	112.6	111.3	108.6	109.6	109.4	6.7
30	110.0	106.4	107.0	106.4	109.7	112.4	109.7	112.5	110.5	109.0	109.7	109.3	6.1
32	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.4	6.6
34	110.0	106.3	107.0	106.3	109.6	112.6	109.6	112.6	109.7	109.0	109.6	109.2	6.3
36	110.0	106.2	107.1	106.2	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	108.6	109.7	109.3	6.4
38	110.0	106.3	107.1	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.3	6.7
40	110.0	106.4	106.9	106.4	109.6	112.6	109.6	112.4	111.0	109.0	109.6	109.3	6.2
42	110.0	105.9	107.0	105.9	109.7	112.4	109.7	112.8	109.7	108.6	109.7	109.1	6.9
44	110.0	106.7	107.0	106.7	109.7	113.0	109.7	112.7	111.0	108.6	109.7	109.5	6.3
46	110.0	106.7	107.1	106.7	109.6	112.6	109.6	112.7	109.7	108.6	109.6	109.3	6.0
48	110.0	106.6	107.1	106.6	109.7	112.6	109.7	112.3	111.3	109.0	109.7	109.5	6.0
50	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	112.4	109.7	112.4	110.5	108.6	109.7	109.2	6.1
52	110.0	106.4	107.0	106.4	109.6	113.0	109.6	112.5	111.3	108.6	109.6	109.4	6.6
54	110.0	106.2	107.1	106.2	109.6	112.6	109.6	112.7	111.0	108.6	109.6	109.3	6.5
56	110.0	106.4	107.1	106.4	109.7	112.6	109.7	112.6	109.7	108.6	109.7	109.2	6.2
58	110.0	106.3	106.9	106.3	109.7	113.0	109.7	112.4	111.3	109.0	109.7	109.4	6.7
60	110.0	106.1	107.0	106.1	109.6	112.6	109.6	112.4	110.5	108.6	109.6	109.2	6.7
T.PROM	110.0	106.1	107.0	106.1	109.7	112.7	109.7	112.5	110.6	108.7	109.7	109.3	
T.MAX	110.0	106.7	107.1	106.7	109.7	113.0	109.7	112.8	111.3	109.0	109.7		
T.MIN	110.0	105.5	106.9	105.5	109.6	112.4	109.6	111.9	109.7	108.6	109.6		
DTT	0.0	1.2	0.2	1.2	0.1	0.6	0.1	0.9	1.6	0.4	0.1		



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	113.0	22.0
Mínima Temperatura Medida	105.5	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	6.5	23.4
Estabilidad Medida ( ± )	0.8	0.04
Uniformidad Medida	7.4	23.4

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

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lofe 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

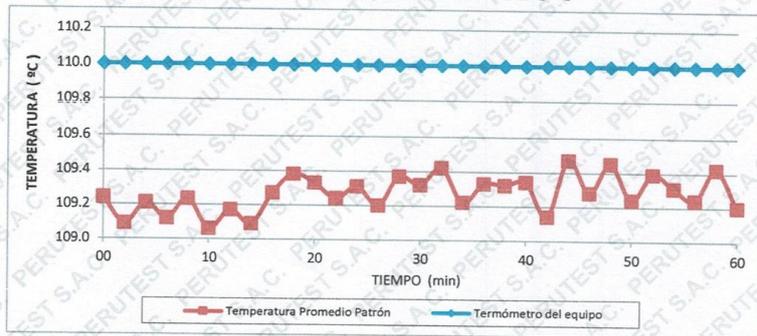
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA  
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

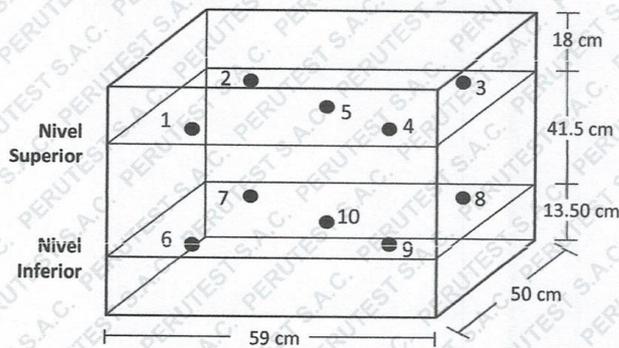
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. Incertidumbre

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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622  
☎ 913 028 623 / 913 028 624  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Av. Chillón Lote 50B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventas@perutest.com.pe  
🏢 PERUTEST SAC

# **Informes de Laboratorio**

## ANEXO 5: Ensayo de laboratorio



Análisis de aguas, alimentos, suelos, fertilizantes

### INFORME DE ENSAYO N° 0356-2023

**Solicitante** : Herrera Peña, José Manuel  
**Proyecto** : "Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos inestables".  
**Muestra** : Piedra caliza molida  
**N° de muestras** : 1  
**Recepción de muestra** : En Laboratorio  
**Fecha de recepción de muestra** : 28 de setiembre del 2023

Ensayo	Unidad	Resultados
Humedad libre	%	0.14
Cenizas	%	99.20
Pureza, CaCO <sub>3</sub>	%	95.77
Calcio, Ca	%	38.34
Fósforo, P	%	0.06
Magnesio, Mg	%	0.12
Solubilidad	%	26.00

#### Metodología Aplicada:

Parámetro	Norma - Método
Humedad, Cenizas	ASTM C25-11 Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime – Método gravimétrico.
Cenizas	Método gravimétrico
CaCO <sub>3</sub>	ASTM C25-11 Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime – Método Volumétrico
Calcio	ASTM C25-11 Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime – Método gravimétrico.
Fósforo	ASTM C25-11 Standard Test Methods for Chemical Analysis of Limestone, Quicklime, and Hydrated Lime – Método gravimétrico.
Magnesio	Método gravimétrico
Solubilidad	Método gravimétrico – Solubilidad in vitro

Trujillo, 30 de setiembre del 2023

  
JUAN C. SANCHEZ CARRASCO  
INGENIERO QUIMICO  
Reg. CIP: 124131

C.c. Archivo.

PAG 1-1

Pasaje Huerta Grande Mz C – Lote 8, Urb. Cuchilla Huerta Grande – Trujillo  
[labonoreirl@hotmail.com](mailto:labonoreirl@hotmail.com) Teléfono 044 635154 / Celular 980544049 – 973419524



**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA  
INFORMACIÓN**

**Pimentel, 27 de noviembre de 2023**

**Quien suscribe:**

**Sr. Wilson Olaya Aguilar**

**Representante Legal – Empresa LABORATORIO DE ENSAYOS DE  
MATERIALES Y SUELOS LEMS W & C E.I.R.L**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en  
función del proyecto de investigación, denominado “Influencia del Polvo  
de Piedra Caliza sobre las Propiedades Mecánicas y Permeabilidad de los  
Suelos Arenosos”.**

Por el presente, el que suscribe, Wilson Olaya Aguilar, representante legal de la empresa laboratorio de ensayos de materiales y suelos LEMS W&C E.I.R.L., AUTORIZO al estudiante Herrera Peña Jose Manuel, identificada con DNI N° 72647224, estudiante del Programa de Estudios de Ingeniería Civil, y autores del trabajo de investigación denominado: “INFLUENCIA DEL POLVO DE PIEDRA CALIZA SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y PERMEABILIDAD DE LOS SUELOS ARENOSOS”, al uso de dicha información que conforma la tesis, tales como los informes de resultados de los respectivos ensayos, para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Wilson Olaya Aguilar

DNI N°: 41437114

Tec. Ensayos de materiales y suelos

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 ENSAYO : Contenido de sales solubles totales  
 : Sulfatos  
 : Cloruros  
 NORMA DE REFERENCIA : NTP 339.152  
 : NTP 339.177  
 : NTP 339.178

Calicata: C-1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m

**SALES SOLUBLES**

1	Muestra		A	B	PROM.
2	Peso de muestra	g	50.00	50.00	-
3	Volumen de agua destilada	ml	250.00	250.00	-
4	Número de beaker				-
5	Peso de beaker	g	27.75	27.17	-
6	Peso de beaker + residuo de sales	g	27.83	27.23	-
7	Volumen de solución evaluado	ml	50.00	50.00	-
8	Relación: mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00	-
9	Residuo de sales	g	0.08	0.06	-
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	8000.00	6000.00	7000
11	totales en peso seco	(%)	0.80%	0.60%	70.00%

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

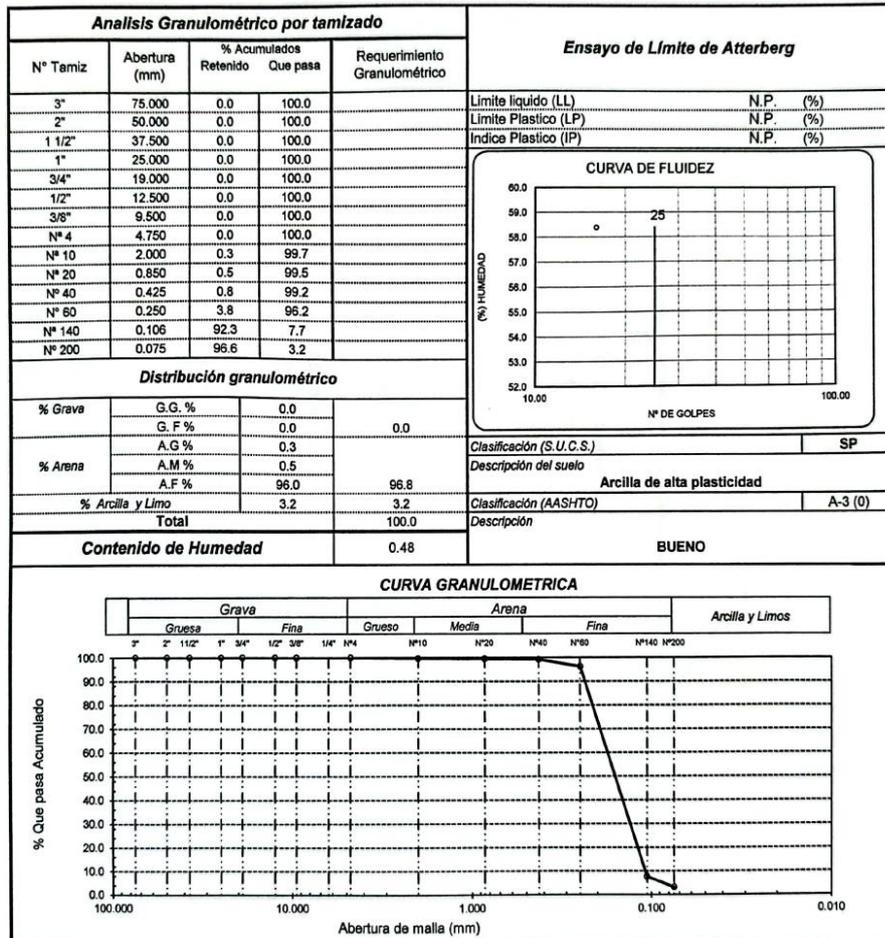
ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C - 1

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

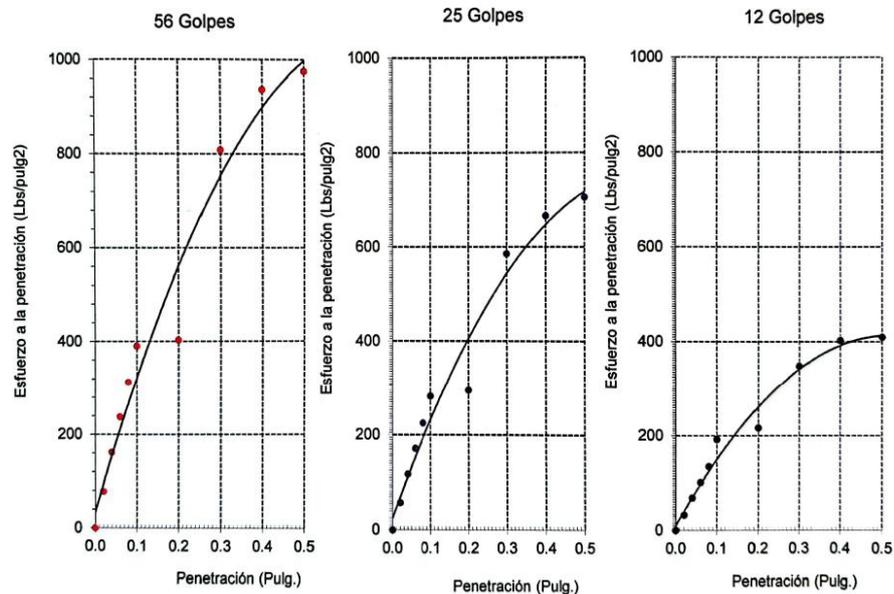
Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C - 1

Muestra: M-1

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.880 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	0.48 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
D1	56	28.7	0.00	1.880	0.1"	100	9.2
D2	25	20.4	0.00	1.720	0.1"	95	7.7
D3	12	13.9	0.00	1.650	0.2"	100	12.8
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

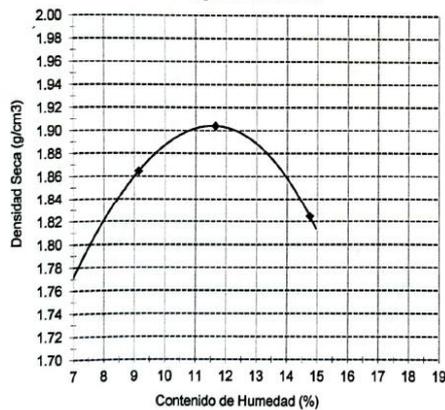
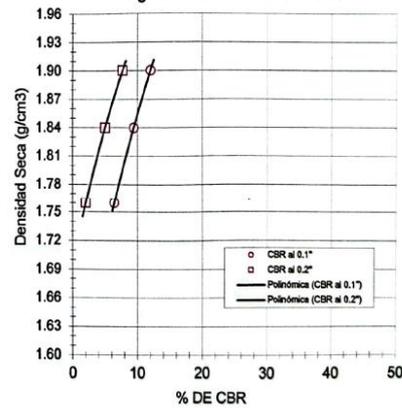


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

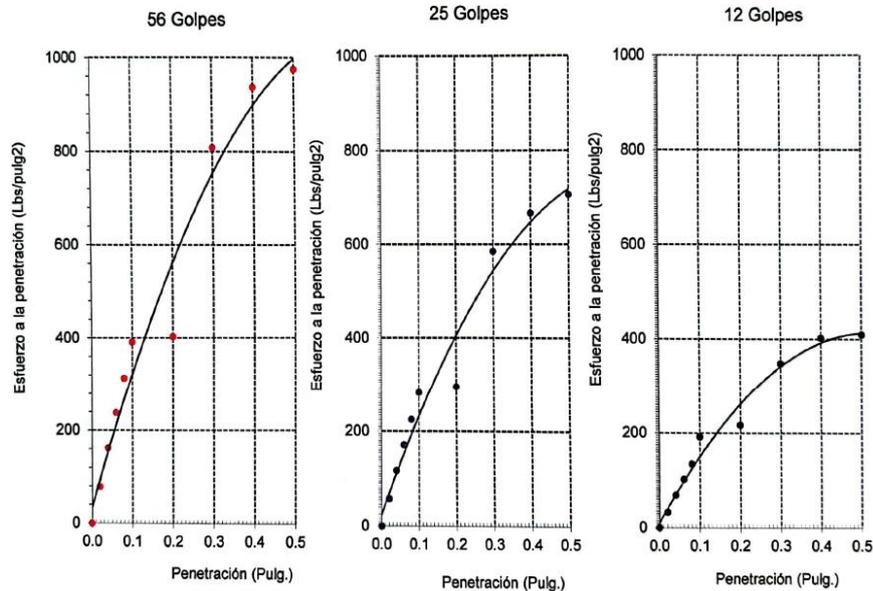
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C1 Muestra: M1+5PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata: C4 Muestra: M1+5PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.910 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.59 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	28.7	0.00	1.890	0.1"	100	13.4
02	25	19.6	0.00	1.810	0.1"	95	8.2
03	12	14.2	0.00	1.730	0.2"	100	11.6
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

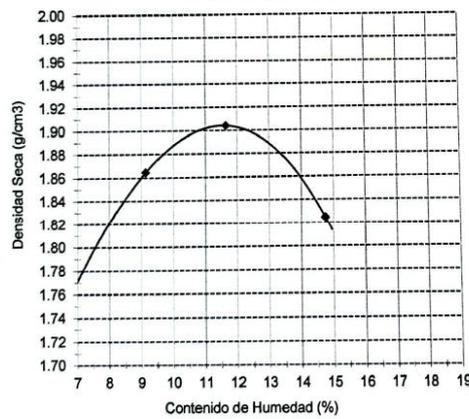
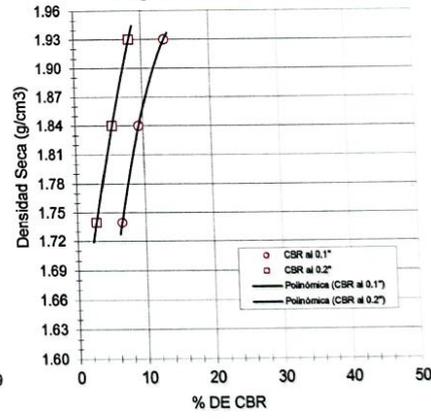


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante: **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
 Proyecto: **TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos**

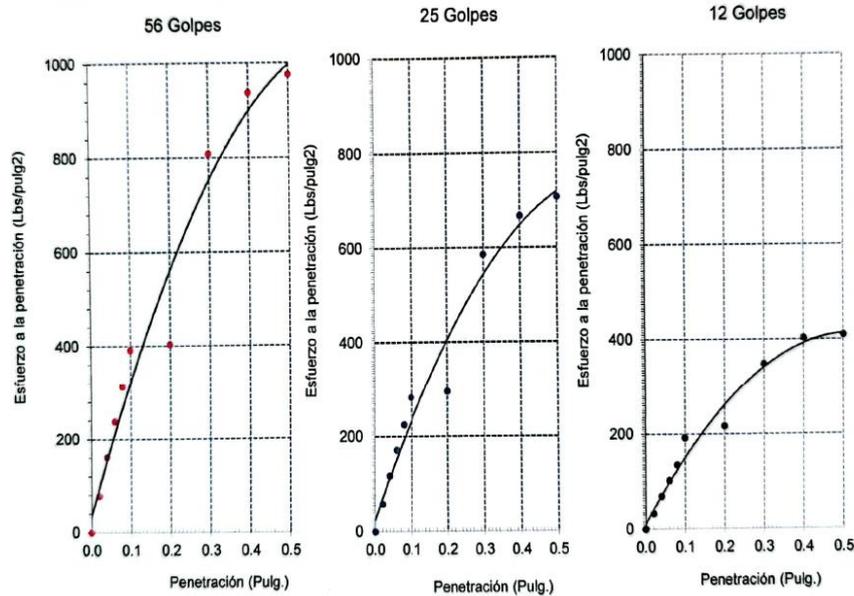
Ubicación: **CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad**  
 Fecha de apertura: **martes, 24 de Octubre de 2023**

Código: **N.T.P. 339.145**  
 Norma: **Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

Identificación de la muestra:

Calicata C1 Muestra: M1+10PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata C1

Muestra: M1+10PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.950 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.58 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.890	0.1"	100	13.4
02	25	19.6	0.00	1.810	0.1"	95	8.2
03	12	14.2	0.00	1.730	0.2"	100	11.6
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

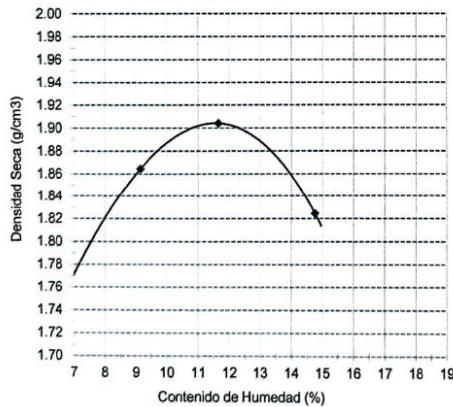
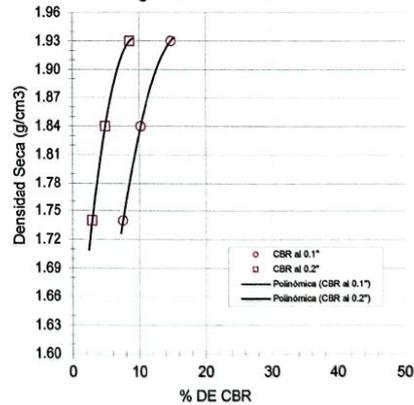


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

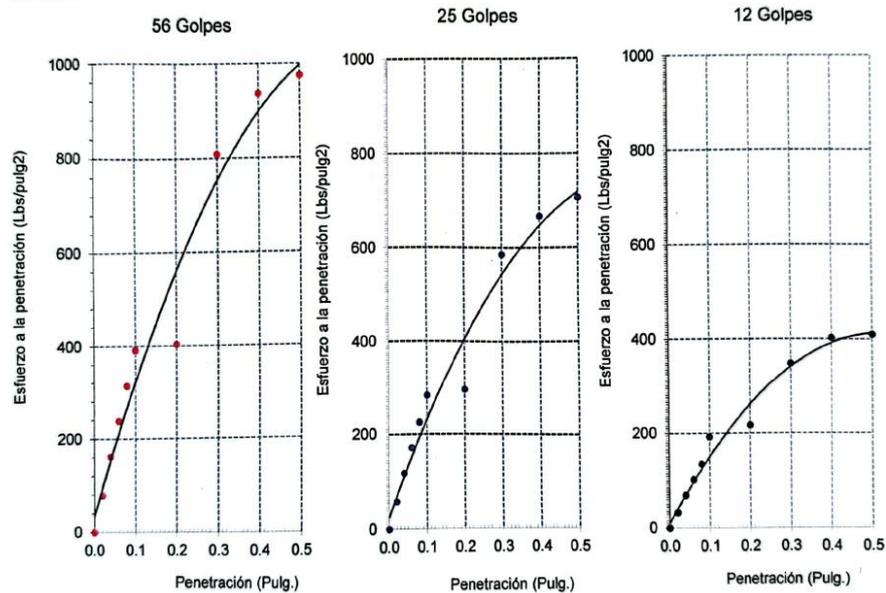
Identificación de la muestra:

Calicata C1

Muestra: M1+15PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

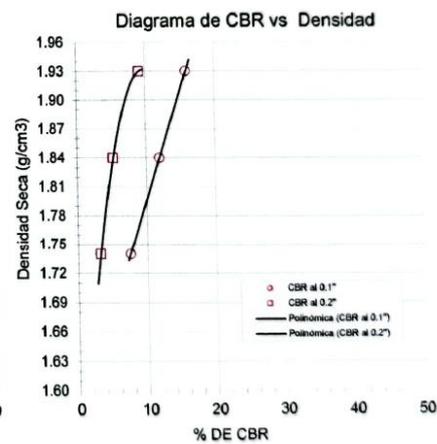
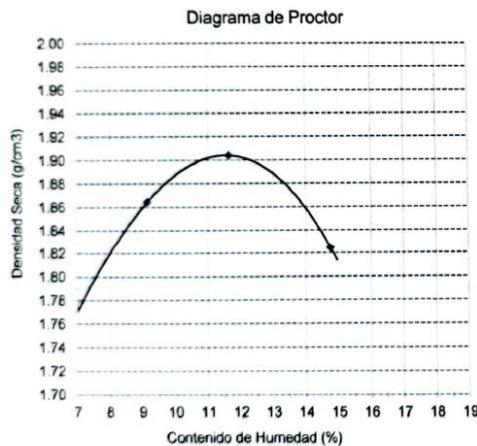
Identificación de la muestra.

Calicata C1 Muestra: M1+15PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.980 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.59 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.980	0.1"	100	15.9
02	25	19.6	0.00	1.820	0.1"	95	9.8
03	12	14.2	0.00	1.750	0.2"	100	11.9
					0.2"	95	0.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

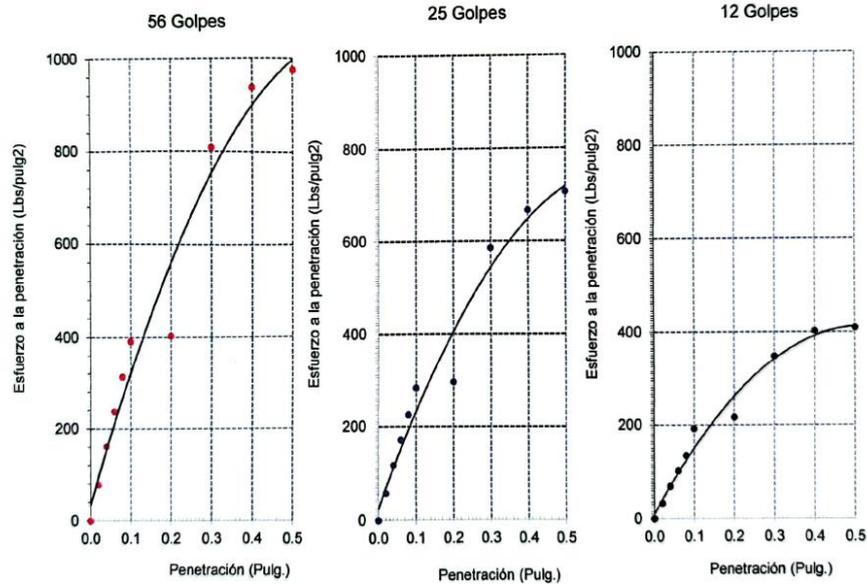
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C1 Muestra: M1+20PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :  
 - Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS. Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata C1

Muestra: M1+20PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.990 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.59 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.990	0.1"	100	15.2
02	25	19.6	0.00	1.850	0.1"	95	8.8
03	12	14.2	0.00	1.780	0.2"	100	11.8
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

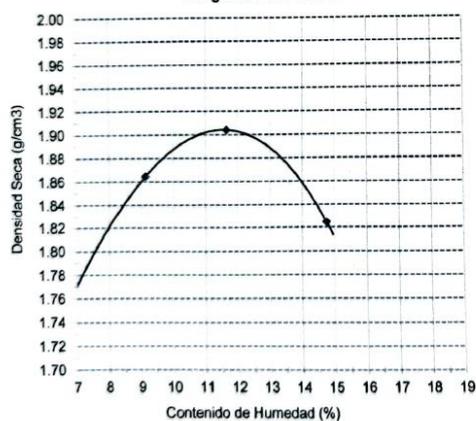
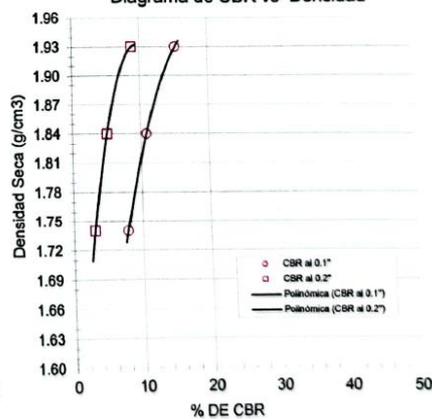


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 ENSAYO : Contenido de sales solubles totales  
 : Sulfatos  
 : Cloruros  
 NORMA DE REFERENCIA : NTP 339.152  
 : NTP 339.177  
 : NTP 339.178

Calicata: C-2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m

**SALES SOLUBLES**

1	Muestra		A	B	PROM.
2	Peso de muestra	g	50.00	50.00	-
3	Volumen de agua destilada	ml	250.00	250.00	-
4	Número de beaker				-
5	Peso de beaker	g	27.74	27.16	-
6	Peso de beaker + residuo de sales	g	27.82	27.24	-
7	Volumen de solución evaluado	ml	50.00	50.00	-
8	Relación: mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00	-
9	Residuo de sales	g	0.08	0.08	-
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	8000.00	8000.00	8000
11	<b>totales en peso seco</b>	<b>(%)</b>	<b>0.80%</b>	<b>0.80%</b>	<b>80.00%</b>

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

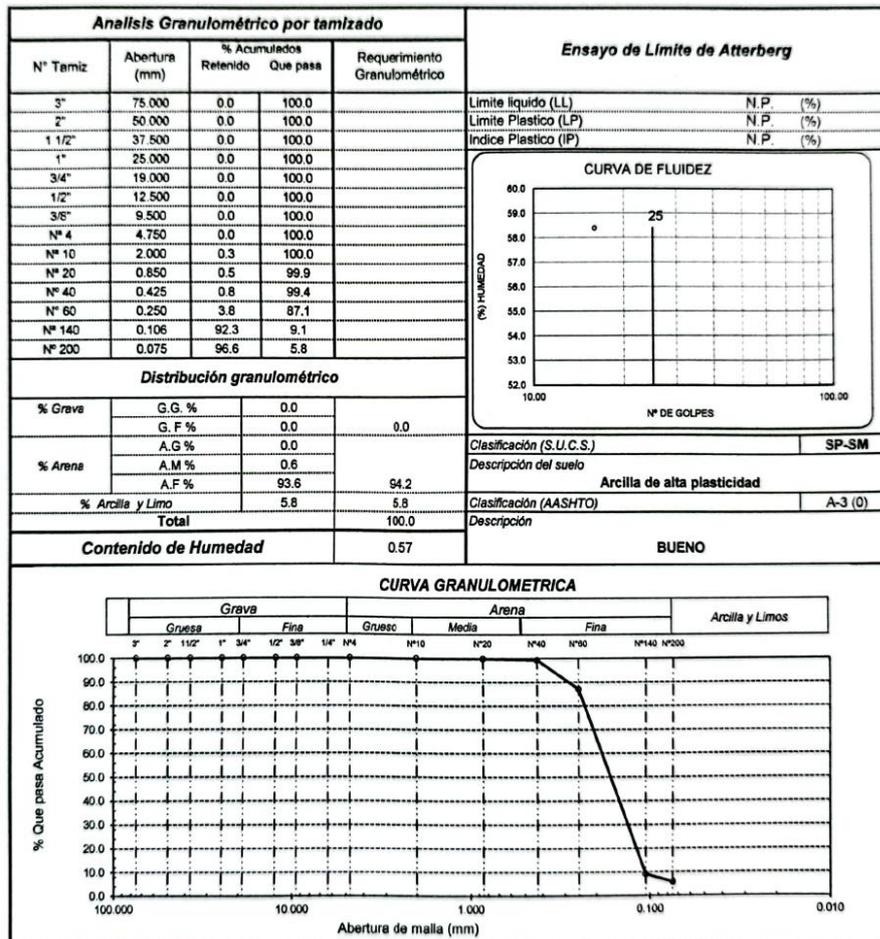
ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo 1a. ed

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 N.T.P. 399.131  
 N.T.P. 399.127 : 1998

Calicata: C-2

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m



**Observaciones:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSEÑOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
 Proyecto : **TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos**

Ubicación : **CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad**  
 Fecha de apertura : **martes, 24 de Octubre de 2023**

Código : **N.T.P. 339.145**  
 Norma : **Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

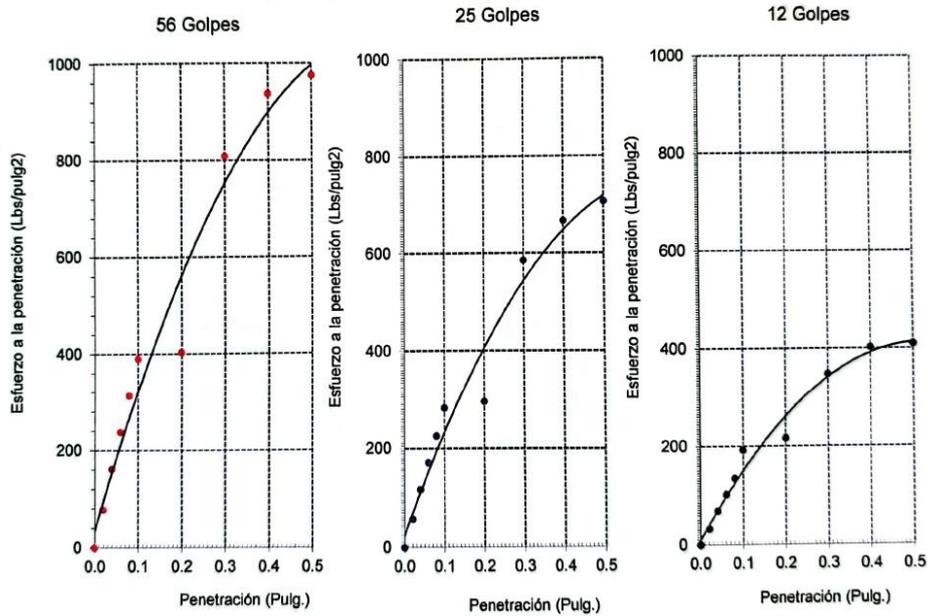
Identificación de la muestra:

Calicata C2

Muestra: M2

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C2

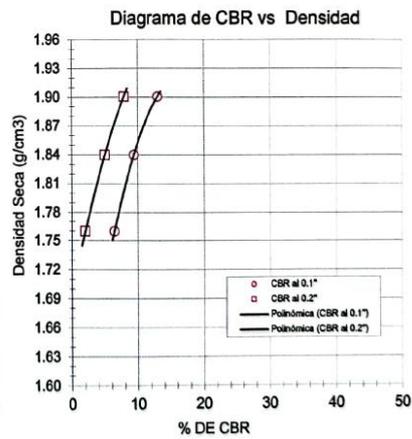
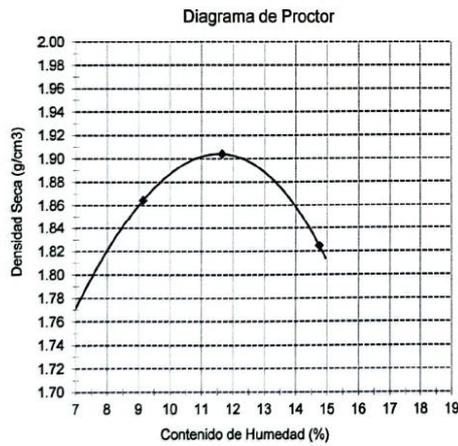
Muestra: M2

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.905 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.20 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.905	0.1"	100	13.0
02	25	19.6	0.00	1.758	0.1"	95	7.8
03	12	14.2	0.00	1.639	0.2"	100	12.8
					0.2"	95	0.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

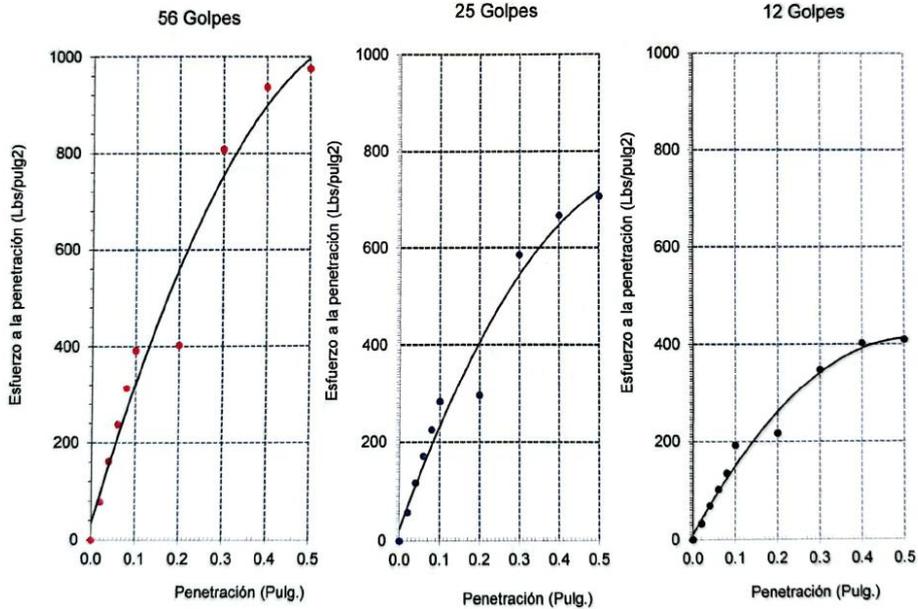
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C2 Muestra: M2+5PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904



**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata C2

Muestra: M2+5PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.930 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.21 %

Especímen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.930	0.1"	100	13.7
02	25	19.6	0.00	1.870	0.1"	95	8.0
03	12	14.2	0.00	1.820	0.2"	100	11.2
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

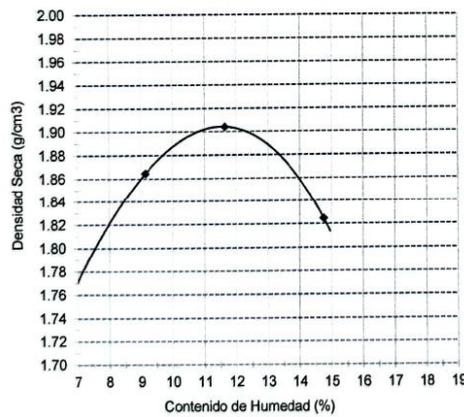
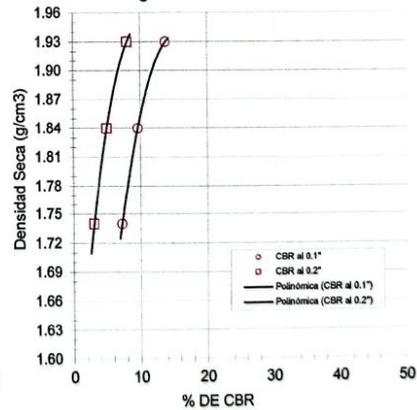


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

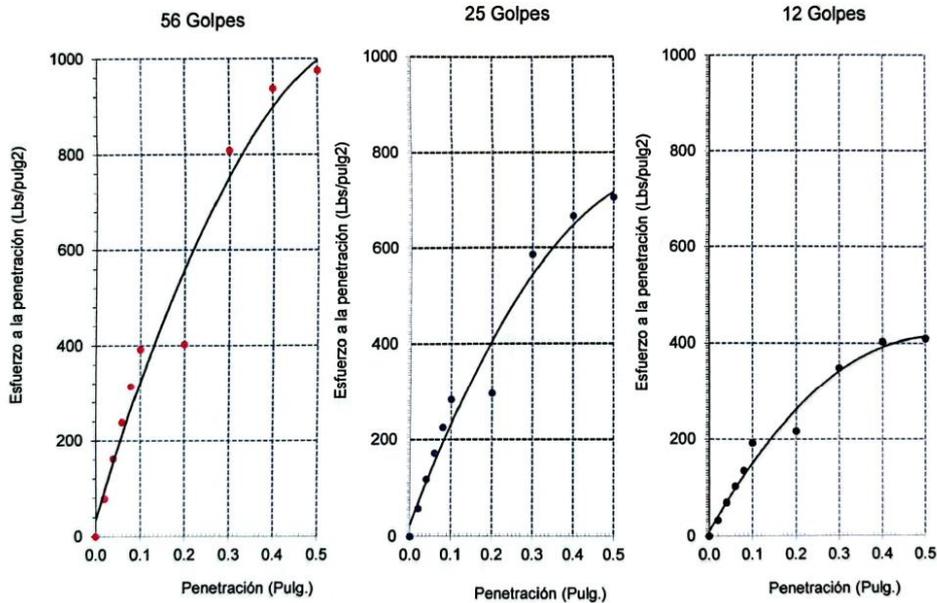
Identificación de la muestra:

Calicata C2

Muestra: M2+10PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios" - Pacanga - Chepen - La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra.

Calicata C2

Muestra: M2+10PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.950 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.21 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.950	0.1"	100	15.1
02	25	19.6	0.00	1.880	0.1"	95	8.6
03	12	14.2	0.00	1.830	0.2"	100	10.5
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

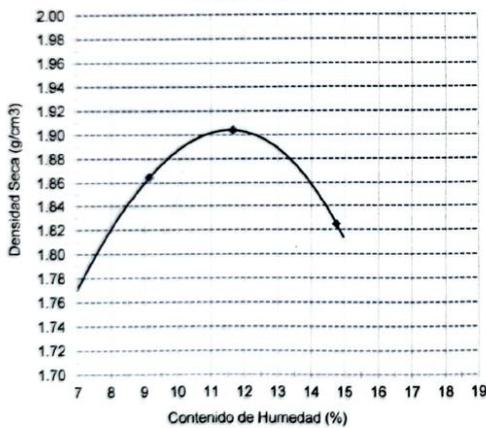
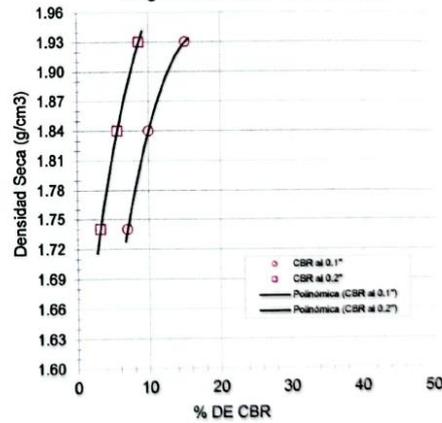


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS. Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

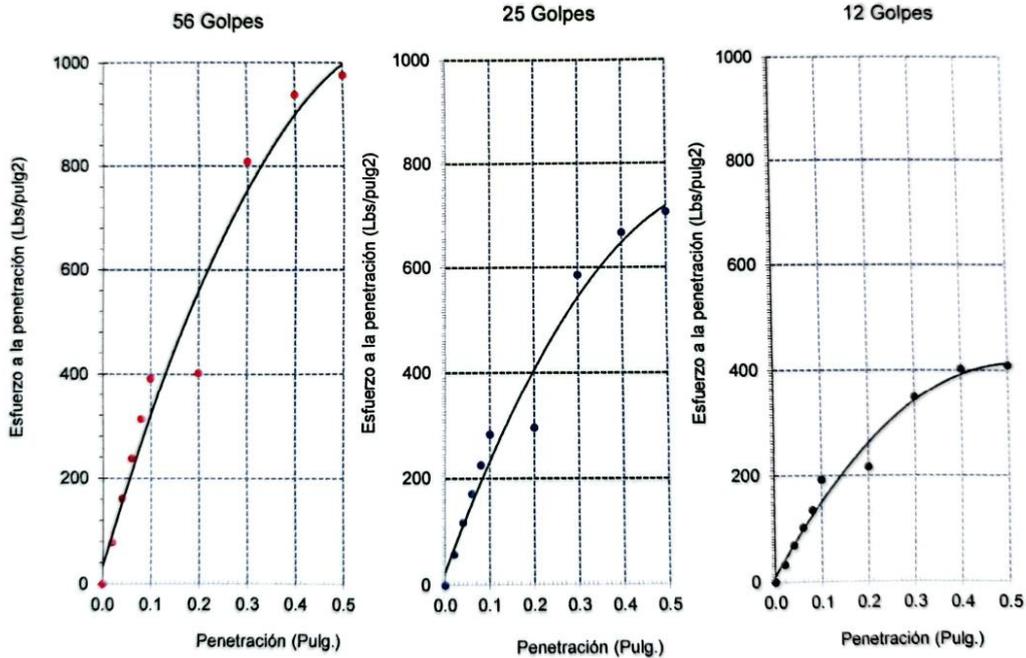
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C2 Muestra: M2+15PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata C2

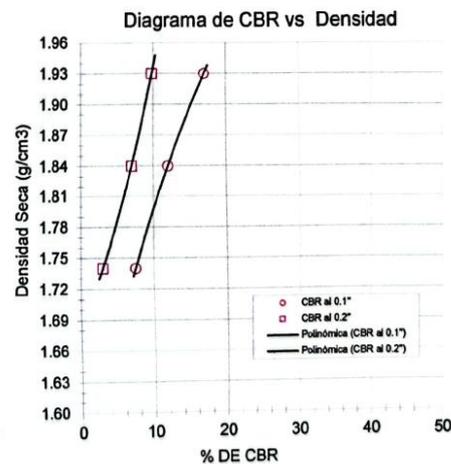
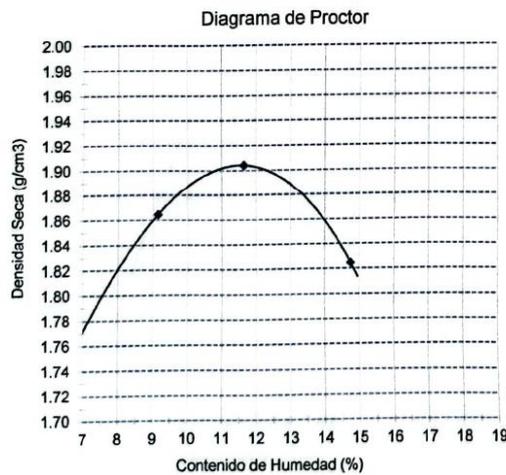
Muestra: M2+15PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.990 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.21 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	28.7	0.00	1.990	0.1"	100	15.1
02	25	19.6	0.00	1.890	0.1"	95	8.6
03	12	14.2	0.00	1.850	0.2"	100	10.5
					0.2"	95	0.0



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

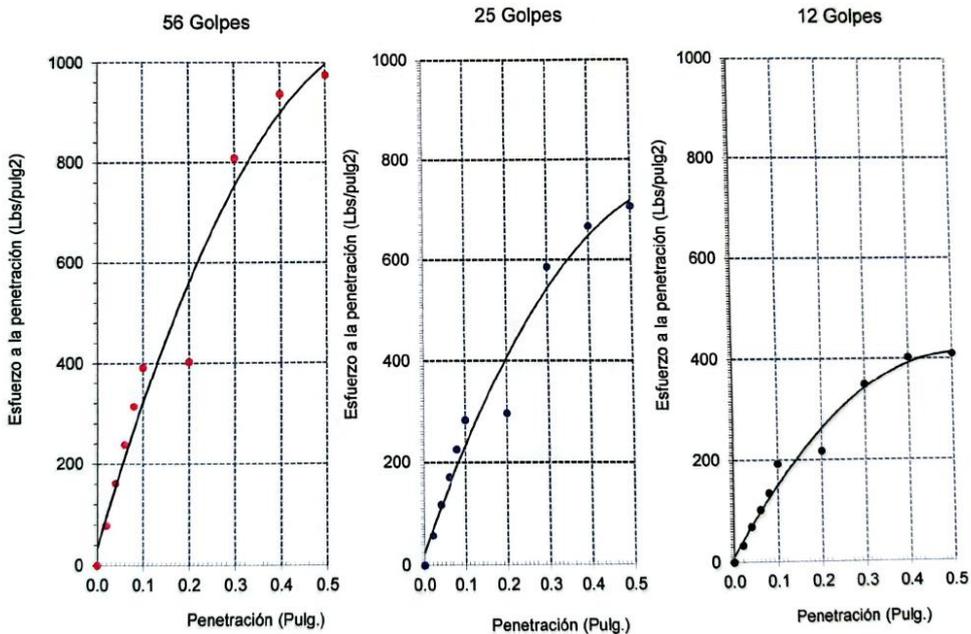
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C2 Muestra: M2+20PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata C2

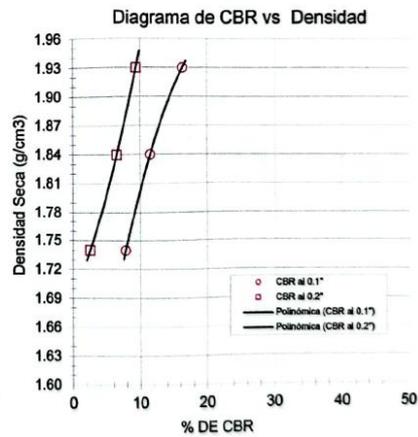
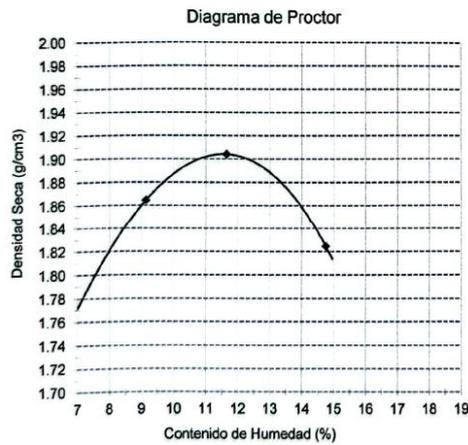
Muestra: M2+20PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.970 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.21 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	58	28.7	0.00	1.970	0.1"	100	18.3
02	25	19.8	0.00	1.850	0.1"	95	9.4
03	12	14.2	0.00	1.810	0.2"	100	11.2
					0.2"	95	0.0



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

ENSAYO : Contenido de sales solubles totales  
 : Sulfatos  
 : Cloruros

NORMA DE REFERENCIA : NTP 339.152  
 : NTP 339.177  
 : NTP 339.178

Calicata: C-3

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m

**SALES SOLUBLES**

1	Muestra		A	B	PROM.
2	Peso de muestra	g	50.00	50.00	-
3	Volumen de agua destilada	ml	250.00	250.00	-
4	Número de beaker				-
5	Peso de beaker	g	27.73	27.15	-
6	Peso de beaker + residuo de sales	g	27.81	27.23	-
7	Volumen de solución evaluado	ml	50.00	50.00	-
8	Relación: mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00	-
9	Residuo de sales	g	0.08	0.08	-
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	8000.00	8000.00	8000
11	totales en peso seco	(%)	0.80%	0.80%	80.00%

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



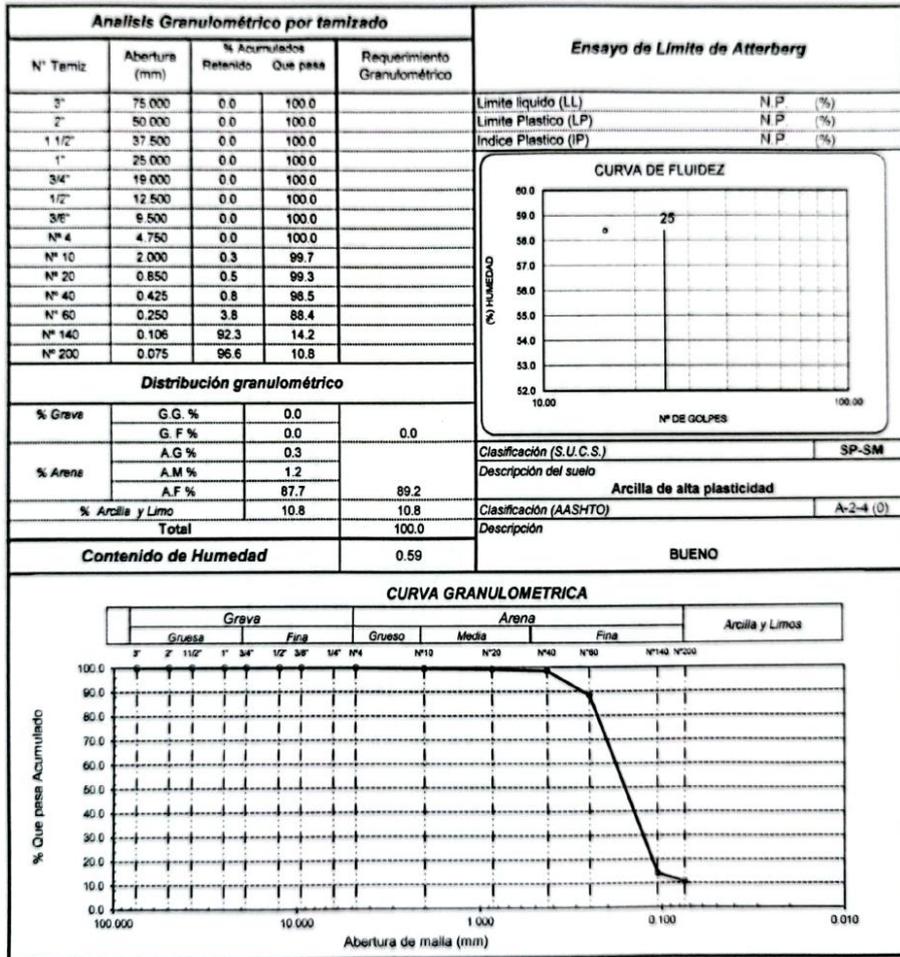
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios", Pacanga- Chaper- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 ENSAYO : SUELO Método de ensayo para el análisis granulométrico  
 SUELO Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 SUELOS Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399 128 1999  
 N.T.P. 399 131  
 N.T.P. 339 127 1998

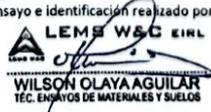
Calicata C-3

Muestra M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m



Observaciones:  
 - Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

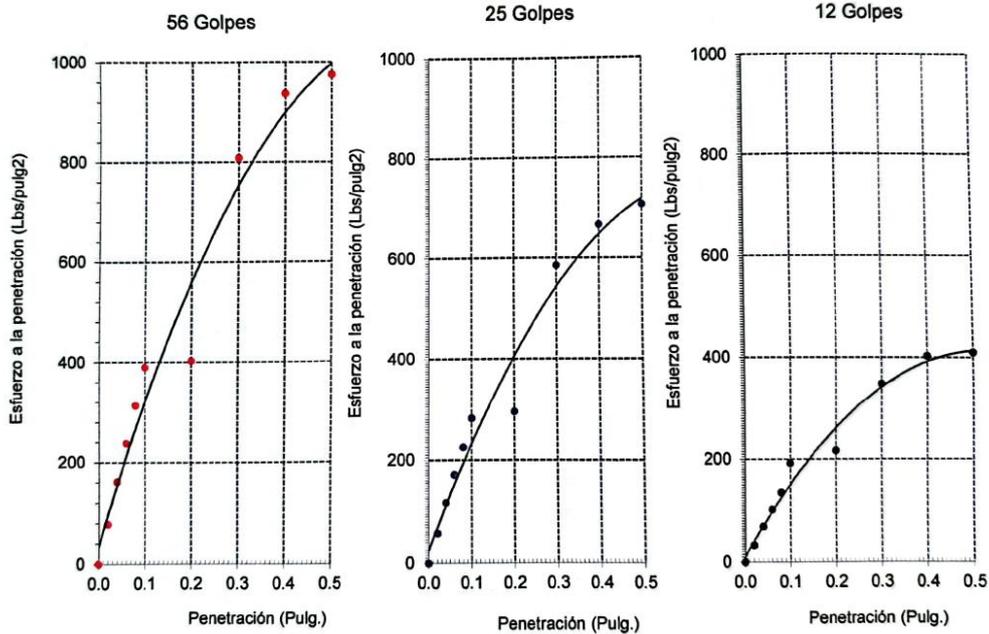
Identificación de la muestra:

Calicata C2

Muestra: M3

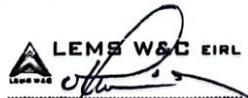
Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C3

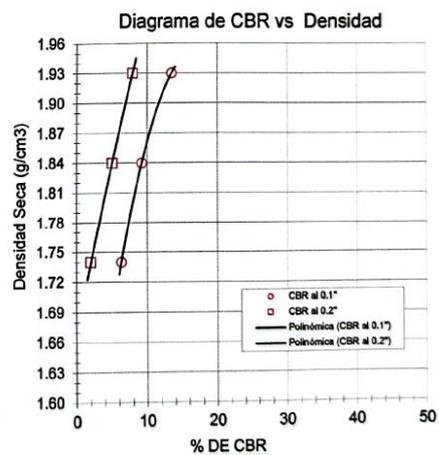
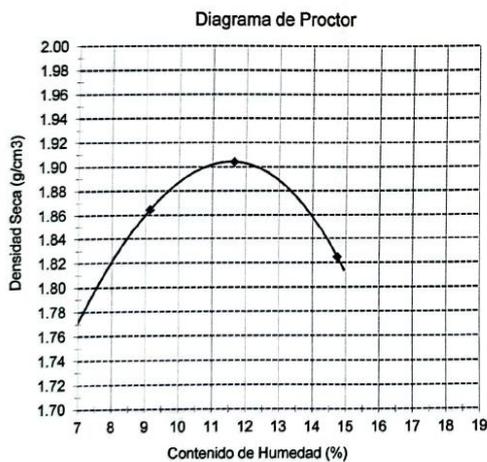
Muestra: M3

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.930 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	11.92 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.905	0.1"	100	13.5
02	25	19.6	0.00	1.758	0.1"	95	7.8
03	12	14.2	0.00	1.639	0.2"	100	11.8
					0.2"	95	0.0



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

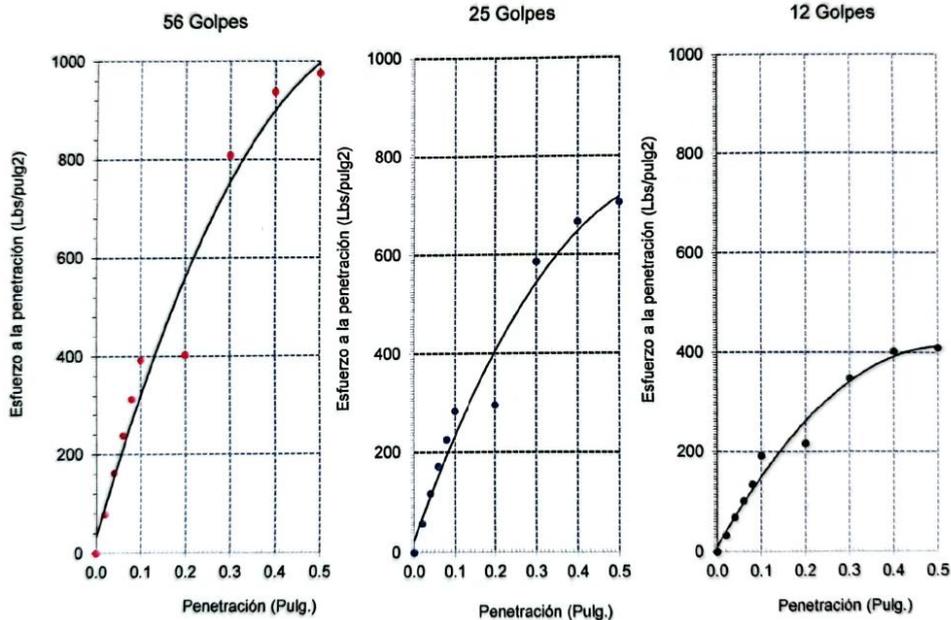
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C3 Muestra: M3+5PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata C3

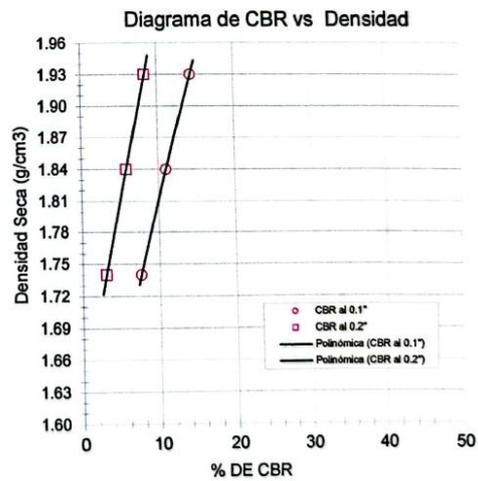
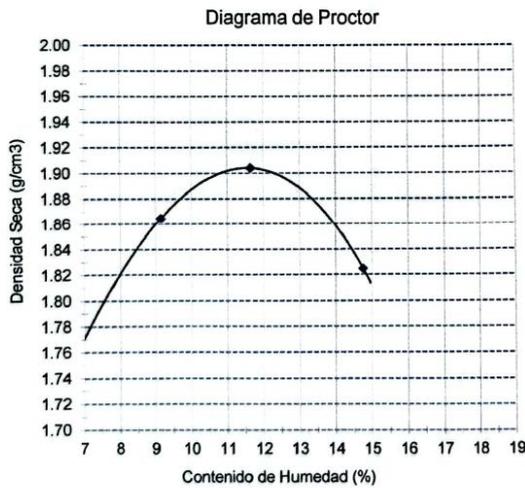
Muestra: M3+5PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.950 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	11.92 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.950	0.1"	100	14.3
02	25	19.6	0.00	1.850	0.1"	95	8.3
03	12	14.2	0.00	1.790	0.2"	100	10.8
					0.2"	p	0.0



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante: **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
 Proyecto: **TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos**

Ubicación: **CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad**  
 Fecha de apertura: **martes, 24 de Octubre de 2023**

Código: **N.T.P. 339.145**  
 Norma: **Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración**

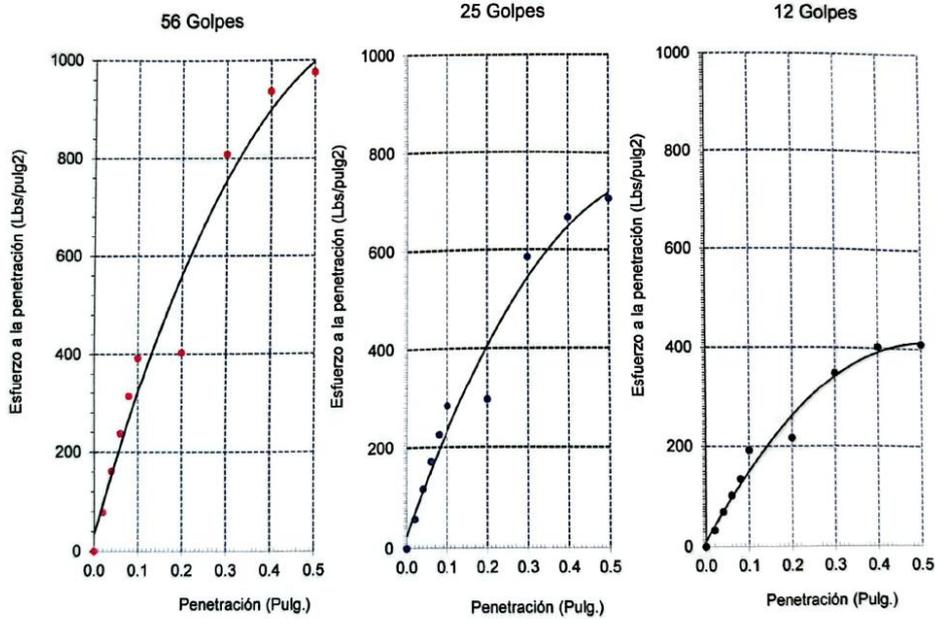
Identificación de la muestra:

Calicata C3

Muestra: M3+10PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata C3

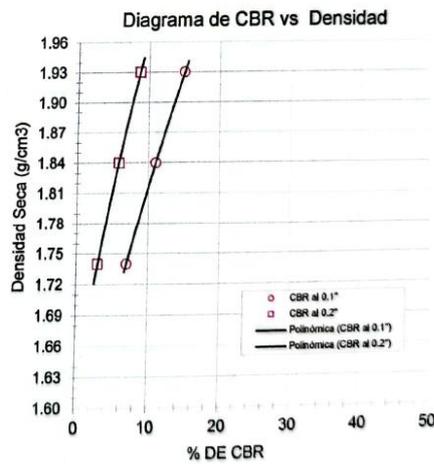
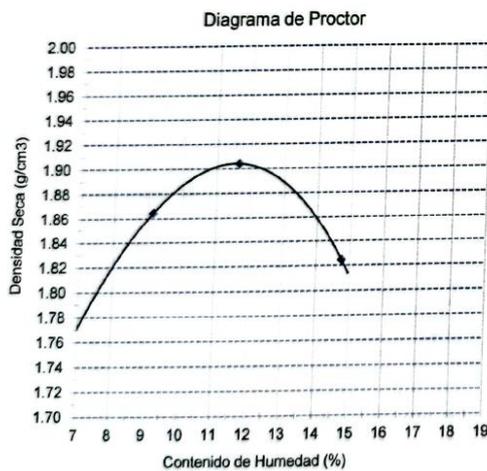
Muestra: M3+10PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.960 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	11.92 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.960	0.1"	100	15.0
02	25	19.6	0.00	1.860	0.1"	95	8.7
03	12	14.2	0.00	1.790	0.2"	100	7.1
					0.2"	p	0.0



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

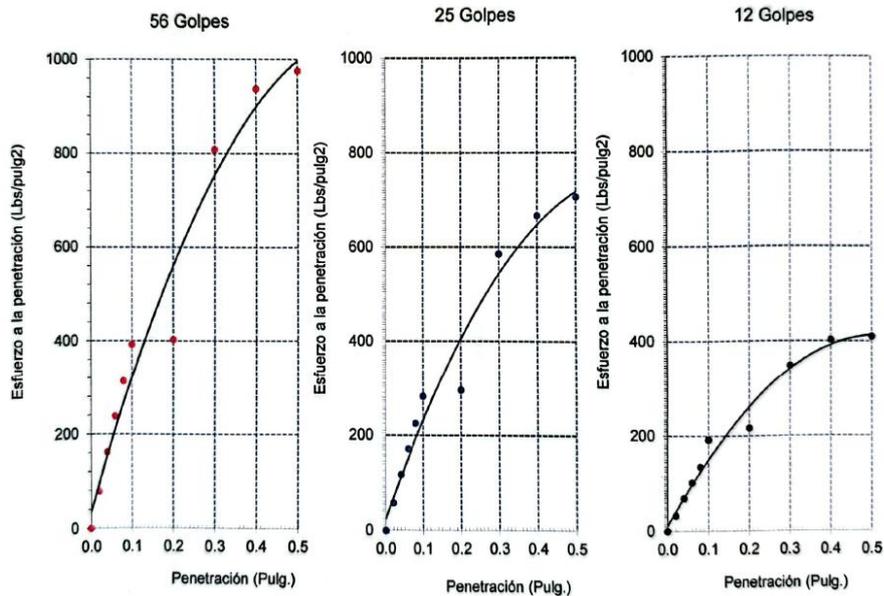
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C3 Muestra: M3+15PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145

Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata C3

Muestra: M3+15PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.980 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	11.92 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.980	0.1"	100	16.5
02	25	19.6	0.00	1.970	0.1"	95	9.5
03	12	14.2	0.00	1.850	0.2"	100	7.9
					0.2"	p	0.0

Diagrama de Proctor

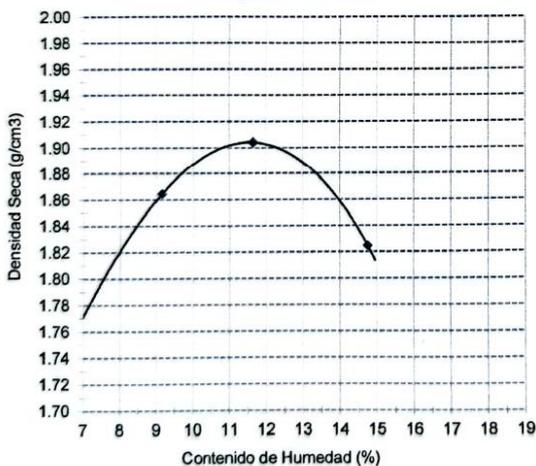
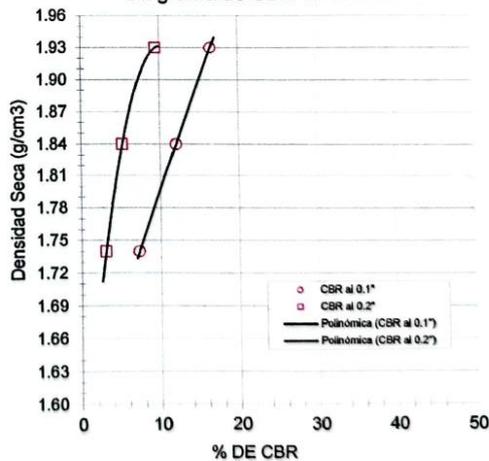


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYAAGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

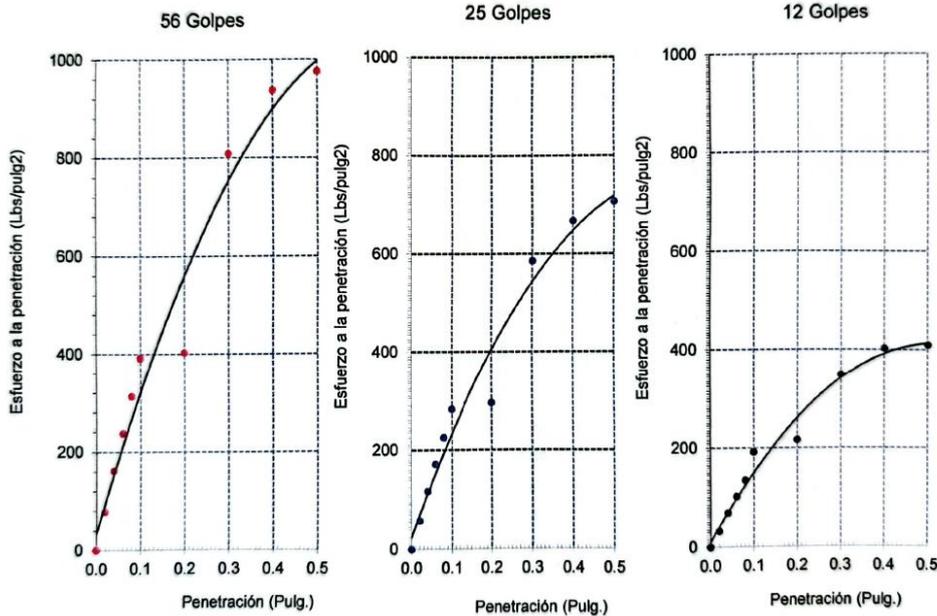
Identificación de la muestra:

Calicata C3

Muestra: M3+20PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

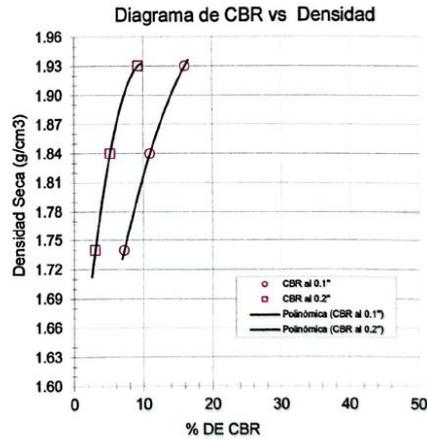
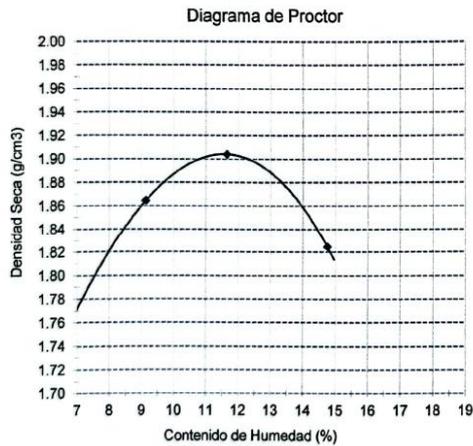
Identificación de la muestra:

Calicata C3 Muestra: M3+20PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.970 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	11.92 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.970	0.1"	100	16.0
02	25	19.6	0.00	1.820	0.1"	95	9.2
03	12	14.2	0.00	1.790	0.2"	100	10.3
					0.2"	p	0.0



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 ENSAYO : Contenido de sales solubles totales  
 : Sulfatos  
 : Cloruros  
 NORMA DE REFERENCIA : NTP 339.162  
 : NTP 339.177  
 : NTP 339.178

Calicata: C-4

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m

**SALES SOLUBLES**

1	Muestra		A	B	PROM.
2	Peso de muestra	g	50.00	50.00	-
3	Volumen de agua destilada	ml	250.00	250.00	-
4	Número de beaker				-
5	Peso de beaker	g	27.73	27.15	-
6	Peso de beaker + residuo de sales	g	27.81	27.24	-
7	Volumen de solución evaluado	ml	50.00	50.00	-
8	Relación: mezcla suelo - agua destilada		5.00	5.00	-
9	Residuo de sales	g	0.08	0.09	-
10	Constituyentes de sales solubles totales	ppm	8000.00	9000.00	8500
11	totales en peso seco	(%)	0.80%	0.90%	0.85%

Observaciones:

- Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON CLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



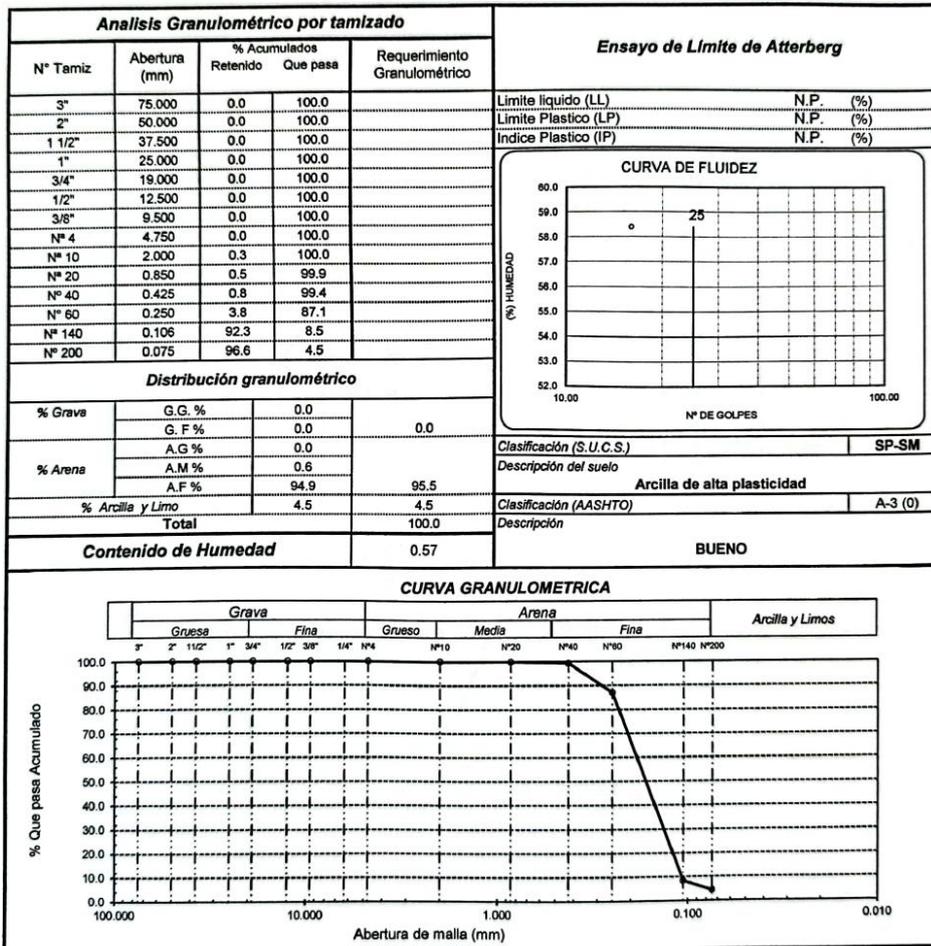
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto / Obra : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 ENSAYO : SUELO. Método de ensayo para el análisis granulométrico.  
 : SUELO. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo  
 : SUELOS. Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1a. ed.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 399.128 : 1999  
 : N.T.P. 399.131  
 : N.T.P. 339.127: 1998

Calicata: C-4

Muestra: M - 1

Profundidad: 0.00 - 1.20m



Observaciones:  
 - Muestreo, ensayo e identificación realizado por el solicitante.



**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

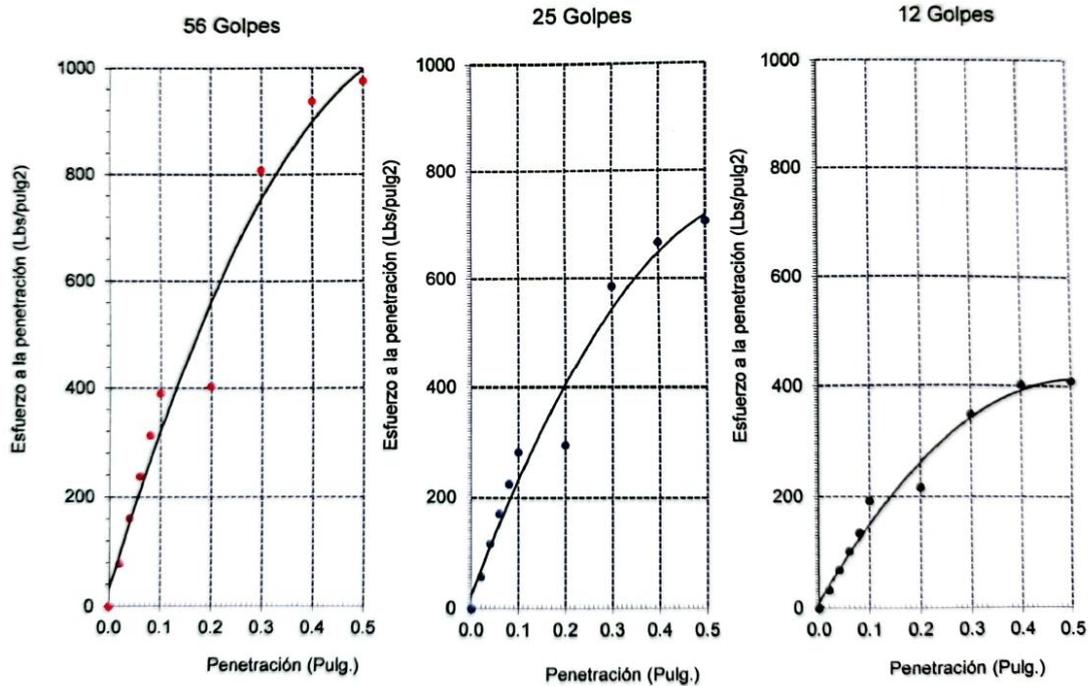
Identificación de la muestra:

Calicata C4

Muestra: M4

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata: C4

Muestra: M4

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.893 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.40 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.890	0.1"	100	12.5
02	25	19.8	0.00	1.810	0.1"	95	7.8
03	12	14.2	0.00	1.730	0.2"	100	11.2
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

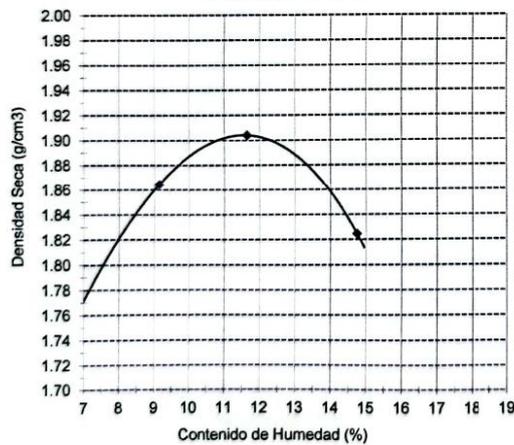
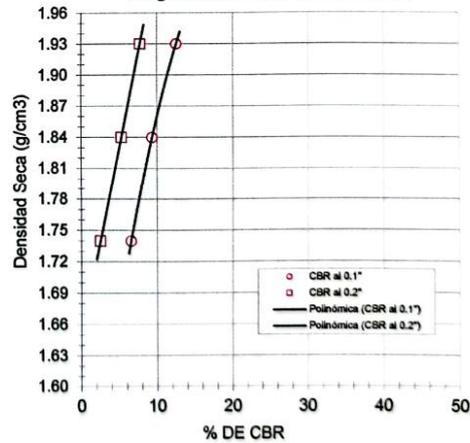


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

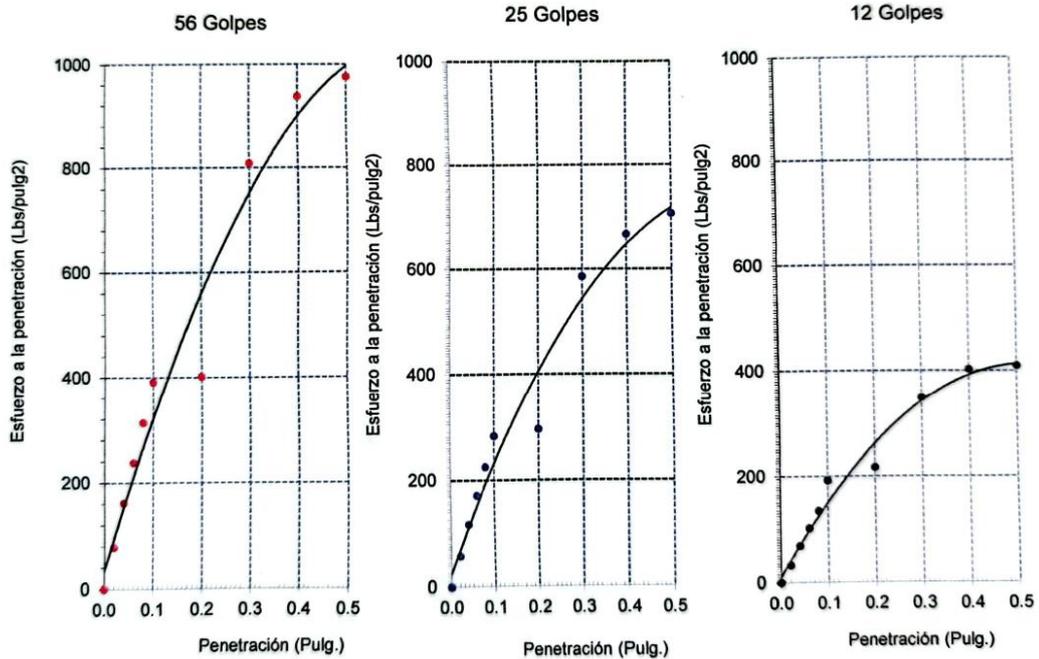
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C4 Muestra: M4+5PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata: C4 Muestra: M4 Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.893 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.40 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.890	0.1"	100	12.5
02	25	19.6	0.00	1.810	0.1"	95	7.8
03	12	14.2	0.00	1.730	0.2"	100	11.2
					0.2"	95	0.0

Diagrama de Proctor

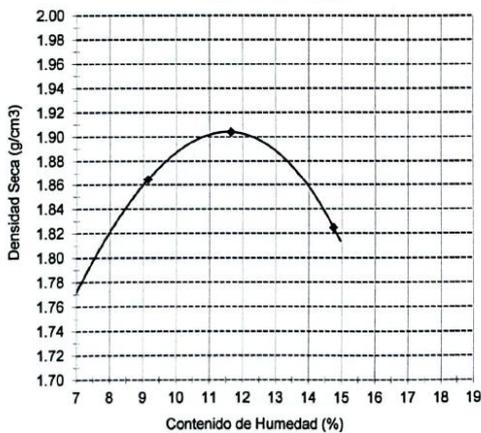
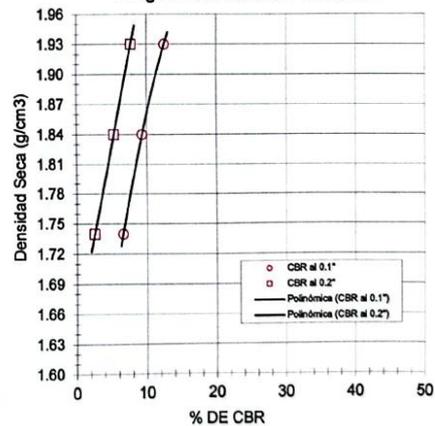


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
*Wilson Olaya Aguilar*  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
*Miguel Angel Ruiz Perales*  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

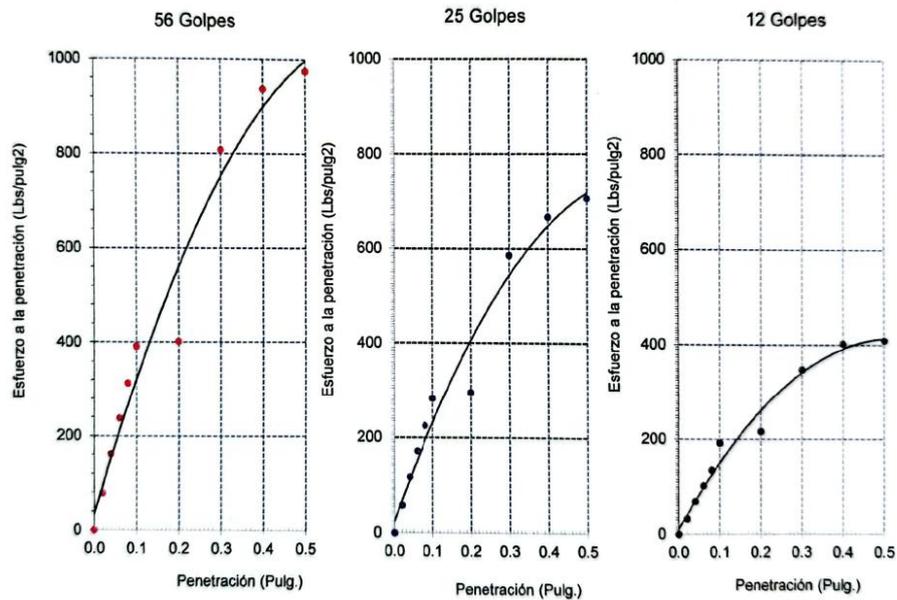
(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos  
 Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023  
 Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C4 Muestra: M4+5PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON CLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

**Identificación de la muestra:**

Calicata C4

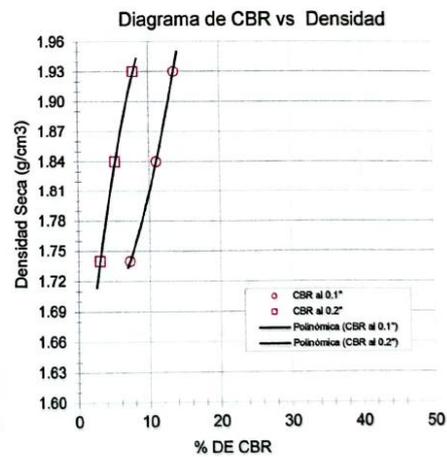
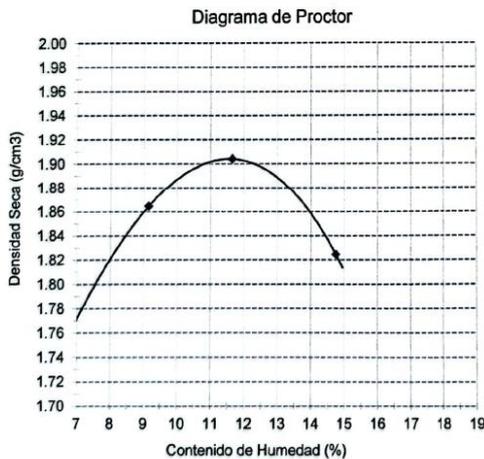
Muestra: M4+5PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.950 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.40 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.950	0.1"	100	13.6
02	25	19.6	0.00	1.800	0.1"	95	7.9
03	12	14.2	0.00	1.680	0.2"	100	9.6
					0.2"	p	0.0



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

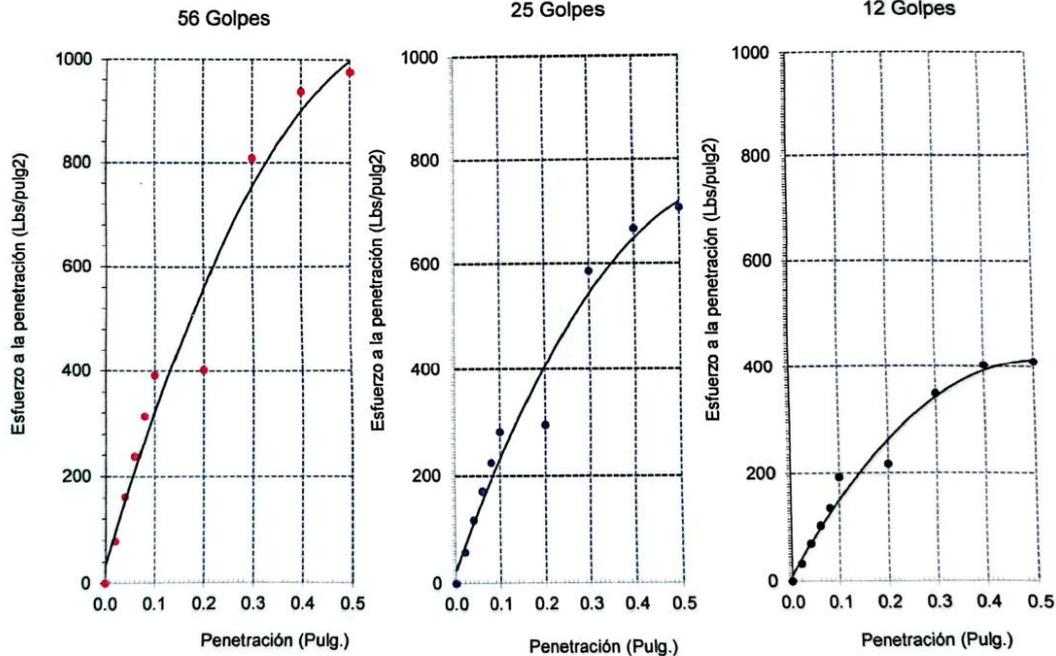
Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C4 Muestra: M4+10PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :  
- Identificación realizado por el solicitante.

LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Calicata C4

Muestra: M4+10PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.940 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.40 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.940	0.1"	100	15.3
02	25	19.6	0.00	1.780	0.1"	95	8.8
03	12	14.2	0.00	1.650	0.2"	100	7.1
					0.2"	p	0.0

Diagrama de Proctor

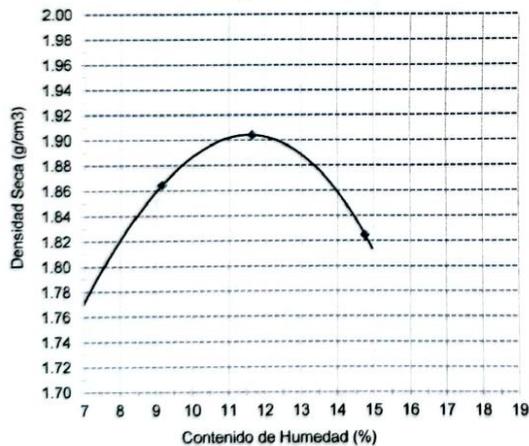
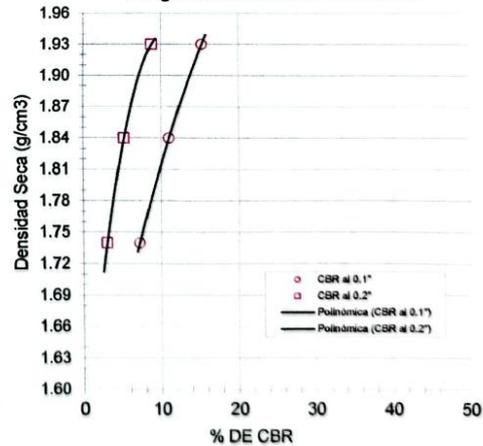


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 01 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
 Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
 Fecha de apertura : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
 Norma : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

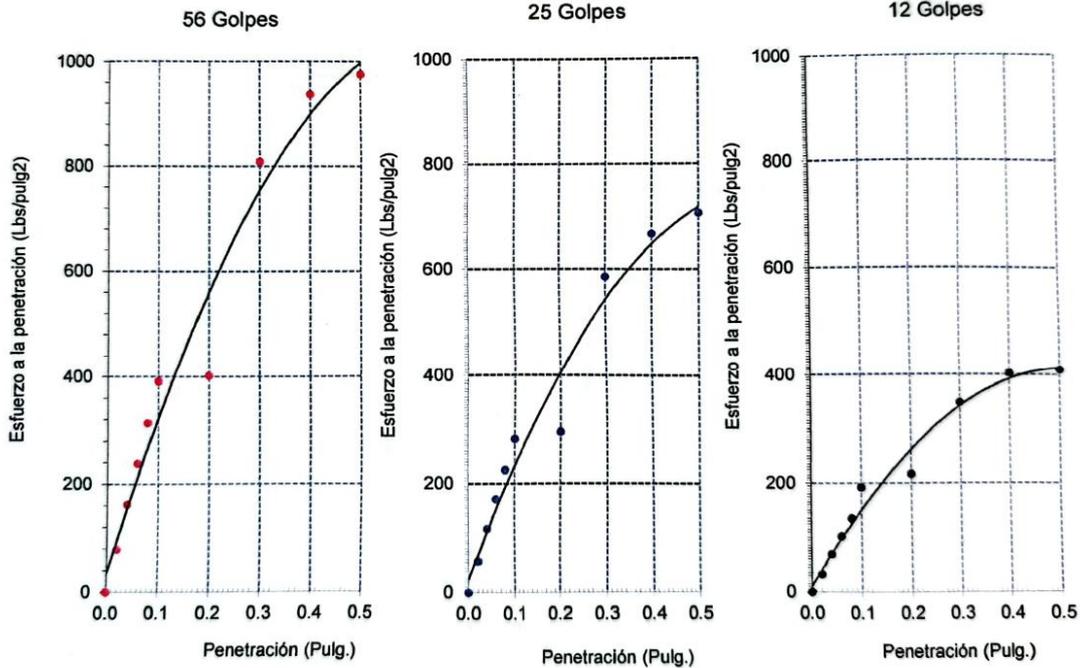
Identificación de la muestra:

Calicata C4

Muestra: M4+15PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Caliceta C4

Muestra: M4+15PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.980 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.40 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pulg)	% de MDS	CBR (%)
01	56	26.7	0.00	1.980	0.1"	100	18.2
02	25	19.8	0.00	1.950	0.1"	95	9.3
03	12	14.2	0.00	1.810	0.2"	100	8.9
					0.2"	p	0.0

Diagrama de Proctor

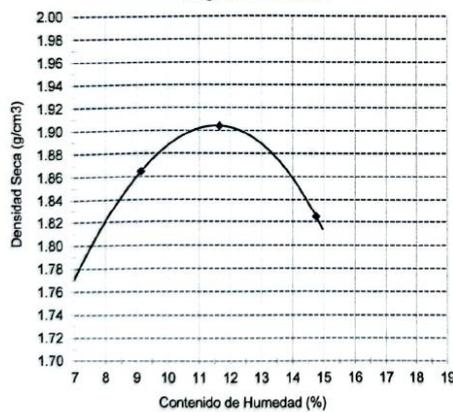
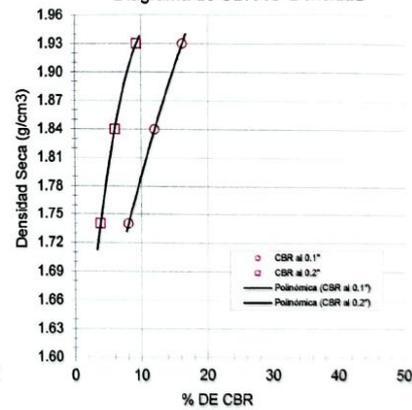
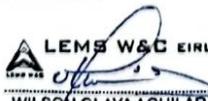


Diagrama de CBR vs Densidad



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

**INFORME DE ENSAYO**

(Pág. 01 de 02)

Solicitante: **JOSE MANUEL HERRERA PEÑA**  
Proyecto: : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

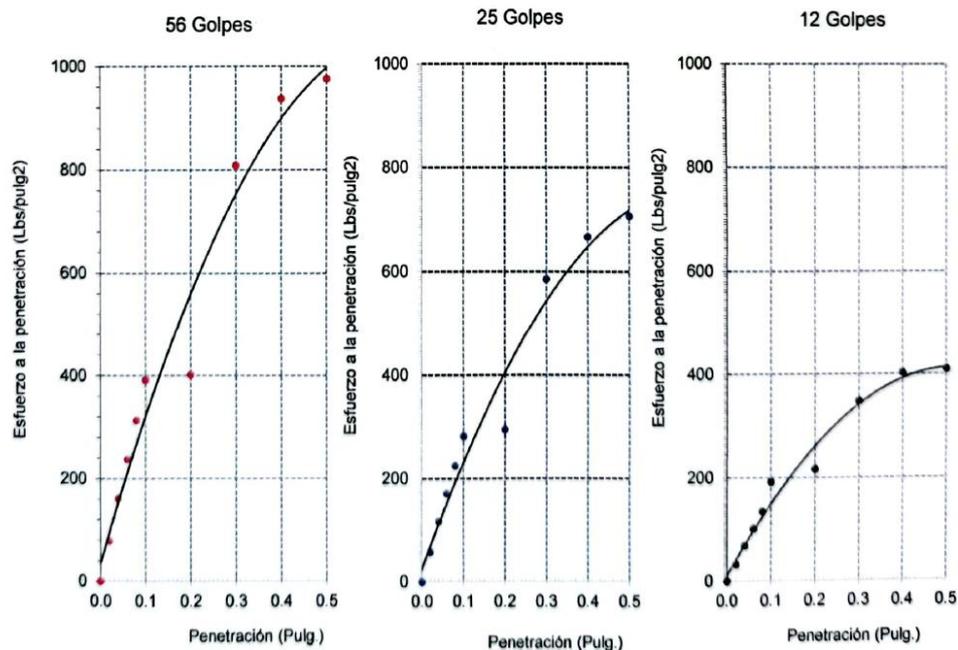
Ubicación: : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de apertura: : martes, 24 de Octubre de 2023

Código: : N.T.P. 339.145  
Norma: : Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio. / Diagrama de penetración

Identificación de la muestra:

Calicata C4 Muestra: M4+20PPC Profundidad: 0.0m - 1.20m.

**DIAGRAMA DE PENETRACIÓN DE ESPECIMENES COMPACTADOS A : 56, 25 y 12 golpes.**



**OBSERVACIONES :**

- Identificación realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904

INFORME DE ENSAYO

(Pág. 02 de 02)

Solicitante : JOSE MANUEL HERRERA PEÑA  
Proyecto : TESIS: Influencia del polvo de piedra caliza sobre las propiedades mecánicas y permeabilidad de los suelos arenosos

Ubicación : CCPP "San Juan de Dios"- Pacanga- Chepen- La Libertad  
Fecha de recepción : martes, 24 de Octubre de 2023

Código : N.T.P. 339.145  
Norma

compactados en el laboratorio. / Diagrama del Proctor y CBR

Identificación de la muestra:

Caliceta C4

Muestra: M4+20PPC

Profundidad: 0.0m - 1.20m.

LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE PROCTOR SON :

Máxima densidad seca	1.960 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo contenido de humedad	12.40 %

Espécimen	Número de golpes por capa	CBR (%)	Expansión (%)	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	CBR a la penetración (Pu/g)	% de MDS	CBR (%)
01	56	28.7	0.00	1.960	0.1"	100	15.8
02	25	19.6	0.00	1.810	0.1"	95	9.1
03	12	14.2	0.00	1.750	0.2"	100	8.9
					0.2"	p	0.0

Diagrama de Proctor

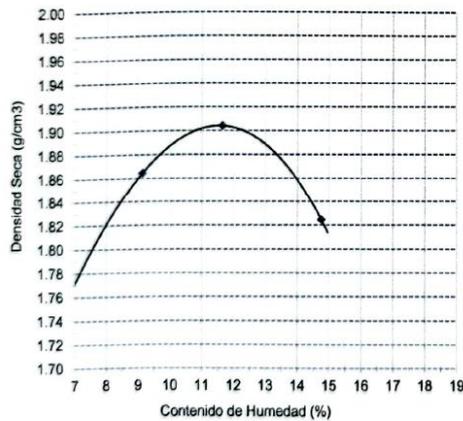
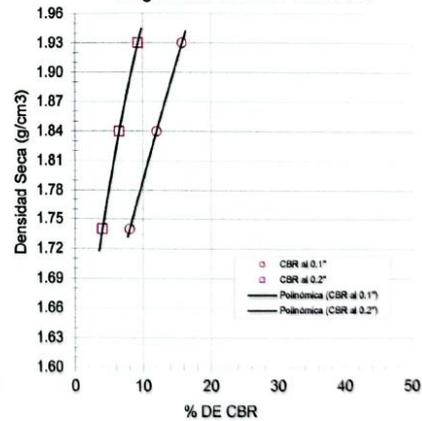


Diagrama de CBR vs Densidad



OBSERVACIONES :

- Identificación realizado por el solicitante.

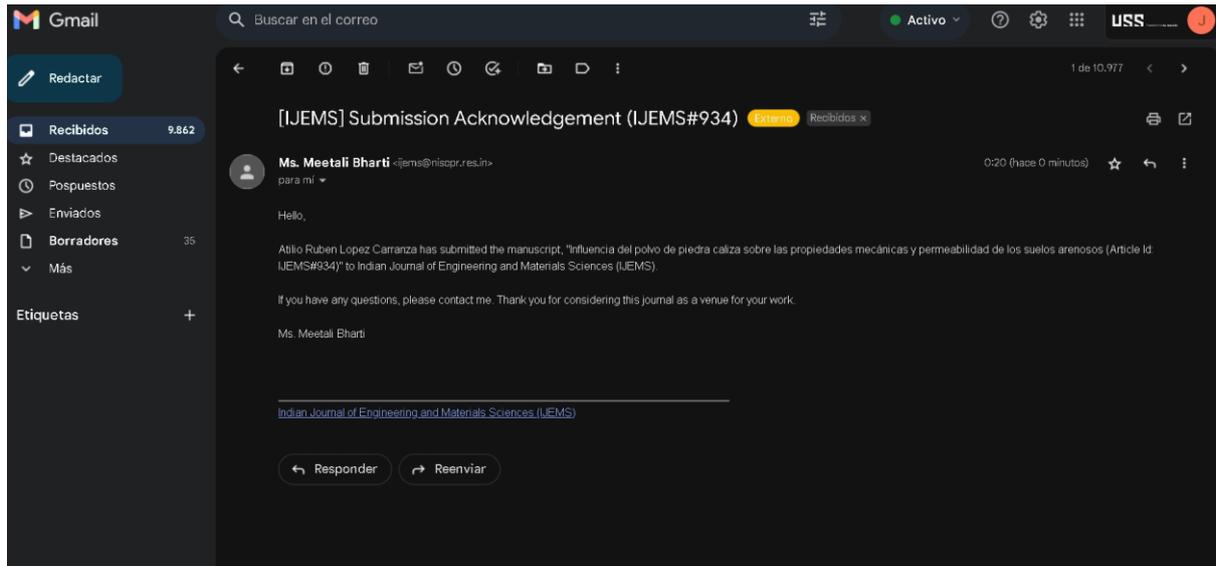


**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 6: Evidencia del manuscrito a revista



# Fotografías

## Anexo 7: Fotografías



Foto: Ubicación del proyecto. Fuente Google Earth



Foto: Ubicación del proyecto.



Foto: Realización de calicatas.



Foto Ensayo de granulometria

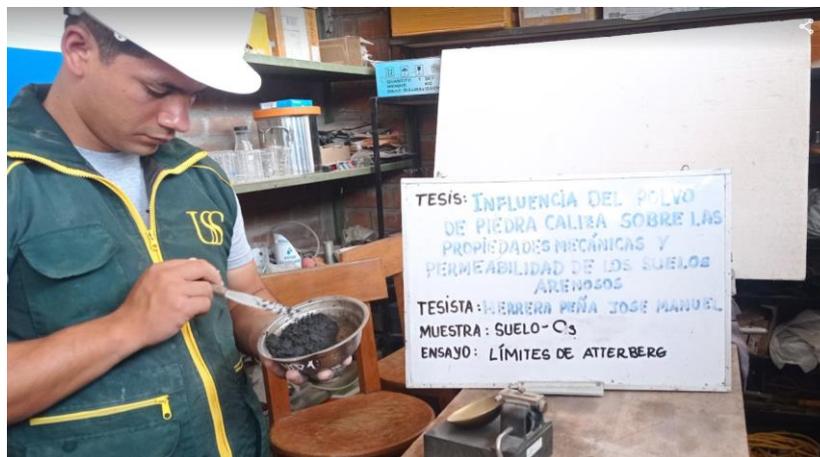


Foto: Ensayos de limites de Atterberg



**Documentos o cualquier  
otro que ayude a  
esclarecer más la  
investigación, etc.**

## ANEXO 8: Fichas técnicas



### SOLUTIONS & TRADING S.A.C.

Fabricación de Productos para Limpieza Pública, Industria, y Minería.

Agregados para la Construcción, Pinturas y Artículos de Ferretería en General

#### Ficha Técnica: Cal de Obra “HADES”

Sku Promart: 16863

Sku Proveedor: KRL29

Departamento: Agregados

Descripción del Producto: Cal de Obra bolsa x 20 kg.

#### Descripción:

Composición: Hidróxido de calcio 10 – 12 %

#### Características:

Aspecto	: Polvo granulado
Color	: Variable de un blanco humo a grisáceo
Olor	: Inodoro
Formula química	: Ca(OH) <sub>2</sub>
Pureza	: 10 % a 12 %

#### Usos:

- Demarcación de terrenos.
- Regulación de pH y fungicidas en suelos agrícolas.
- Desinfección de silos y rellenos sanitarios.

#### Almacenaje:

12 meses en lugares frescos, limpios y bajo techo.

#### Precauciones:

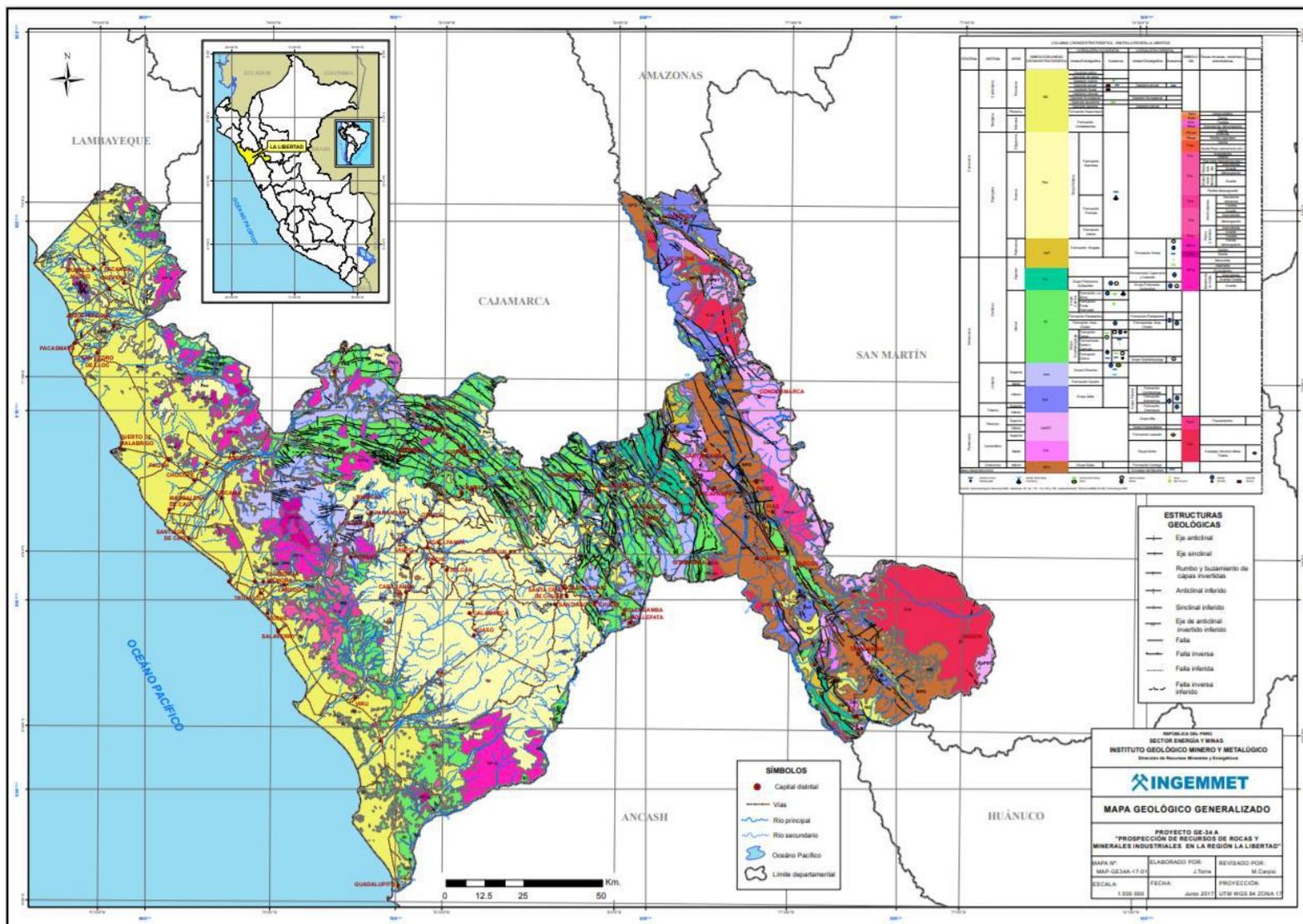
Evitar el contacto con los ojos, en caso contrario lávese con abundante agua, durante 10 minutos manteniendo los ojos abiertos, después consulte con su médico.

#### Aviso:

La presente información es proporcionada en base a la experiencia de KRL SOLUTIONS & TRADING SAC, siempre que los productos sean adecuadamente manipulados, almacenados y transportados. En la práctica los productos muchas veces son utilizados en función de la experiencia y asesoría que pueda recibir el usuario, por lo que no se puede deducir ninguna garantía respecto a la adaptabilidad del producto a un fin en particular. Cualquier duda o consulta con nuestro Dpto. Técnico.



## ANEXO 9: MAPA GEOLOGICO DE LA LIBERTAD (Ubicación del proyecto)



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	PISOS	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	SIMBOLO	ROCAS IGNEAS	DESCRIPCIÓN LITOLÓGICA								
	CUATERNARIO	RECIENTE		Depósito Fluvial Reciente	Qr-fl		Constituidos por sedimentos, bloques, cantos, grava, gravilla, arena y matriz arena limosa.								
				Depósito Eólico Reciente	Qr-e		Depósitos de sedimentos eólicos, arena fina de cuarzo y en menor proporción minerales ferromagnesianos y fragmentos de roca.								
				Depósito Marino Reciente	Qr-m		Constituida por gravas y gravilla sueltas y en algunos sectores por acumulaciones de arenas intercaladas con gravas redondeadas, contiene evaporitas.								
		HOLOCENO		Depósito Fluvio-Aluvial	Qh-fal		Constituidos por bloques de roca, cantos rodados, gravas subredondeadas, con relleno arenoso, inconsolidados.								
				Depósito Aluvial	Qh-al		Consiste en depósitos de sedimentos compuestos por cantos rodados, grava, gravilla, arena y matriz arenolimosas.								
				Depósito Marino-Lacustre	Qh-m		Depósitos de sedimentos de la Serie Holocénica; se hallan sedimentos de granulometría fin; limos, arcillas, arenas, propias de sedimentación lagunar.								
	PLEISTOCENO	Depósito Coluvial		Qp-co	Compuesto por grandes bloques, gravas y arenas, con muy poca matriz de material fino, forma de los granulos angular.										
		Depósito Aluvial Antiguo		Qp-co	Sedimentos de cantos, grava y arena en una matriz arcilla limosa, forma de los granulos sub anguloso.										
		Tablazo Talara		Qp-tt	Sedimentos acumulados en un ambiente marino de plataforma continental, depósito de conglomerados, arenisca arcósica, matriz biocástica.										
		NEOGENO		PLIOCENO MIOCENO	Volcánico Huambos		Np-vh	Andesita	T-an	Depósitos de rocas volcánicas, está compuesto por tobas y brechas de composición ácida.					
PALEOGENO	OLIGOCENO		Volcánico Porcuilla	Po-vp	Dacita	T-da	Compuesta por una roca dacítica con fenocristales de plagioclasa y cuarzo en una matriz fina, color gris verdoso.								
		PALEOCENO	Volcánico Llama	Pp-vll	Pórfido Cuarcífero	T-pc	Compuesto por andesitas, dacitas y riolitas, tobas piroclásticas que afloran irregularmente.								
	CRETÁCEO	SUPERIOR		Volcánico Licurnique	Ks-vl	Piroxenita Granodiorita	Ks-px Kli-gd	Compuesta por flujos piroclásticos con litos de esquistos y cuarcitas blancas, en una matriz de ceniza muy compacta.							
				MEDIO	Cenomaniano-Aptiana	Grupo Pullucan y Quilquiñán	Km-pq	Monzonita Diorita Adameilita	Kli-mz Kli-di Kli-ad	Consiste en calizas areniscosas de matices gris claros generalmente bien estratificadas.					
		Albiano			Formaciones Inca, Chúlec y Pariatambo	Km-ichp	Tonalita Gabro Granitoides indiferenciados	Kli-to Kli-g Kli-i	Formación Inca consiste en areniscas y lutitas; la formación Chúlec en lutitas y calizas y la formación Pariatambo en calizas, lutitas y tobas.						
		INFERIOR		Neocamiano-Aptiana	Grupo Goyllarisquiza	Ki-g			Secuencia de cuarcitas blanquecinas y marrones de grano medio a grueso de ambiente eólico y fluvial, niveles de conglomerados, intercaladas con horizontes de lutita gris, marrón y rosado.						
				Berrisiano-Titoniano	Formación Tinajones	Jki-t			Constituidas por lutitas, niveles de areniscas cuarzosas, conglomerados cuarcíticos, tobas, brechas, flujos piroclásticos asociado a grauvacas y microconglomerados, secuencias estratificadas.						
		JURÁSICO		SUPERIOR							Lavas de andesitas y dacitas con estratos medianos a gruesos de piroclásticos con intercalaciones sedimentarias de tobas, grauvacas y areniscas.				
	MEDIO			Oxfordiana							Volcánico Oyotún	J-vo	Constituidas por areniscas de grano grueso a medio, gris plomiza a gris verduza, pelitas negras, ceniza volcánica y calcáreas, cementadas con material silíceo calcáreo.		
	INFERIOR			Pliensbachiano-Toarciano							Formación Savila	Ji-s	Secuencia de areniscas de grano fino, calizas negras bituminosas, silicificadas con fósiles, intercaladas con lutitas, conglomerados y tobas volcánicas.		
	TRIÁSICO	SUPERIOR		Norianio-Sinemuriano	Formación La Leche	Tr-l				Consiste en una secuencia de capas rojas intercaladas con conglomerados finos constituidos por fragmentos de filita y cuarzo lechoso y material volcánico ácido.					
	PERMICO	SUPERIOR									Compuestos por filitas, tobas pizarrosas, esquistos grises verdosos con cuarzo y mica, abundancia de ferromagnesianos, carbonatos cloritas y sílice.				
											ORDOVICIANO	INFERIOR	Formación Salas	Pi-s	
									Complejo Olmos				Pi-co		

**OTRAS AREAS**

		ELEMENTOS FIJOS	Reservorio		Resv	ELEMENTOS FIJOS	
			Lagunas		Lag		
			Area urbana		Aurb		
			Dique		Diq		
			Laguna de estabilización		Lagest		
			Rios		Rios		

ANEXO 10: factores de capacidad de carga – kumbhojkar 1993

$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_f$	$\phi$	$N_c$	$N_q$	$N_f$
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

\*Según Kumbhojkar (1993)