

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL
SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA

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

Presentado por:

Bach. Josselyn Cristobal Cristobal

Asesores:

Metodológico: Dr. Edward Eddie Bustinza Zuasnabar

Temático: Mg. Jeannelle Sofía Herrera Montes

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

Huancayo

2021

Mg. JEANNELLE SOFÍA HERRERA MONTES

Asesora temática

Dr. EDWARD BUSTINZA ZUASNABAR

Asesor metodológico

Dedicatoria

“Dedico esta tesis a mis padres, las dos personas más importantes en mi vida, por su amor incondicional, por haberme apoyado en cada uno de mis pasos y por la motivación que permitieron que hoy en día sea la persona que soy”.

Josselyn Cristobal Cristobal

Agradecimiento

“Quiero agradecer esta tesis a Dios por su amor infinito, a mis padres y hermanas por cada uno de sus consejos y apoyo constante, también agradecer a mis asesores que fueron parte del proyecto de investigación para cumplir con este objetivo”.

Josselyn Cristobal Cristobal

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

PRESIDENTE

Ing. Vladimir Ordoñez Camposano

JURADO 01

Ing. David Ramos Piñas

JURADO 02

Ing. Carlos Alberto Gonzales Rojas

JURADO 03

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza

SECRETARIO

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLA	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XV
ABSTRACT	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPÍTULO I	21
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
1.1. Planteamiento del problema	21
1.2. Formulación y sistematización del problema	22
1.2.1. Problema General	22
1.2.2. Problemas Específicos	22
1.3. Justificación	23
1.3.1. Práctica o Social	23
1.3.2. Metodológica	23
1.4. Delimitaciones	24
1.4.1. Espacial	24
1.4.2. Temporal	25
1.4.3. Económica	25
1.5. Limitaciones	25
1.5.1. Limitación tecnológica	25
1.5.2. Limitación de información	26
	V

1.6.	Objetivos	26
1.6.1.	Objetivo General	26
1.6.2.	Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II		27
MARCO TEÓRICO		27
2.1.	Antecedentes	27
2.1.1.	Antecedentes nacionales	27
2.1.2.	Antecedentes internacionales	32
2.2.	Marco conceptual	37
2.2.1.	Polietileno Tereftalato (PET)	37
2.2.2.	Subrasante	40
2.2.3.	Suelos expansivos	42
2.2.4.	Estabilización de suelo	44
2.2.5.	Métodos de estabilización de suelos	44
2.2.6.	Granulometría	45
2.2.7.	Cbr	46
2.3.	Definición de términos	47
2.3.1.	Polietileno tereftalato	47
2.3.2.	Subrasante	48
2.3.3.	Estabilización de suelo	48
2.3.4.	Granulometría	48
2.3.5.	Contenido de humedad	48
2.3.6.	Límite de líquido	48

2.3.7.	Límite plástico	49
2.3.8.	Índice de plasticidad	49
2.3.9.	California Bearing Ratio (Cbr)	49
2.4.	Hipótesis	49
2.4.1.	Hipótesis general	49
2.4.2.	Hipótesis específica	49
2.5.	Variables	50
2.5.1.	Definición conceptual de la variable	50
2.5.2.	Definición operacional de la variable	50
2.5.3.	Operacionalización de la variable	51
CAPÍTULO III		52
METODOLOGÍA		52
3.1.	Método de investigación	52
3.2.	Tipo de investigación	52
3.3.	Nivel de investigación	52
3.4.	Diseño de la investigación	53
3.5.	Población y muestra	53
3.5.1.	Población	53
3.5.2.	Muestra	53
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	54
3.6.1.	Técnica:	54
3.6.2.	Instrumentos:	54
		VII

3.6.3. Validez:	55
3.7. Procesamiento de la información	55
3.8. Técnicas y análisis de datos	56
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1. Efectos de las fibras PET en el suelo arcilloso a nivel de la subrasante	57
4.2. Propiedades físicas que se utilizan en la capacidad portante del suelo a nivel de subrasante.	61
4.2.1. Análisis granulométrico.	61
4.2.2. Contenido de humedad.	65
4.2.3. Límites de Atterberg (Líquido, plástico e índice de plasticidad)	65
4.2.4. Clasificación SUCS.	68
4.2.5. Clasificación AASHTO.	69
4.3. Efectos de las fibras PET en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.	70
4.3.1. Ensayo de Proctor Modificado	70
4.3.2. CBR (California Bearing Ratio).	72
4.3.3. Subrasante suelo natural	72
4.4. Dosificación de las fibras PET molidas como adición para el mejoramiento de la subrasante.	74

4.4.1.	Subrasante más Fibras PET molida	74
4.4.2.	Aplicación de la estadística	75
4.4.3.	Promedio aritmético	77
4.5.	Prueba de hipótesis.	80
4.5.1.	Hipótesis específica A:	80
4.5.2.	Hipótesis específica B:	83
4.5.3.	Hipótesis específica C:	85
4.5.4.	Prueba de hipótesis general	86
CAPÍTULO V		87
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		87
5.1.	Resultado de la aplicación de fibras PET en el mejoramiento de la resistencia en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	87
5.2.	Mejora significativa de la aplicación de fibras PET en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	88
5.3.	Mejora significativa que produce las fibras PET en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	89
5.4.	Optimización de la dosificación de fibras PET en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	90
CONCLUSIONES		91
		IX

RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS	94
ANEXOS	97
Anexo N° 1: Matriz de consistencia	98
Anexo N° 2: Matriz de Operacionalización	100
Anexo N° 3: Resultados de laboratorio	102
Anexo N° 4: Planos	127
Anexo N° 5: Certificado de acreditación y alcance de acreditación del laboratorio	130
Anexo N°6: Certificado de calibración de equipos	134
Anexo N° 7: Panel fotográfico	191

ÍNDICE DE TABLA

Tabla N°1:	Propiedades de los polímeros	38
Tabla N°2:	Categorías de la subrasante	42
Tabla N°3:	Clasificación de suelos según su tamaño de partículas	45
Tabla N°4:	Categoría Subrasante.	47
Tabla N°5:	Operacionalización de variable	51
Tabla N°6:	Calicatas de las muestras a extraer	54
Tabla N°7:	Técnica e instrumento	55
Tabla N°8:	Propiedades físicas y mecánicas.	57
Tabla N°9:	CBR, suelo arcilloso más adición de fibras PET molidas.	58
Tabla N°10:	Resultado granulométrico del suelo arcilloso.	62
Tabla N°11:	Porcentaje de distribución granulométrica.	63
Tabla N°12:	Resultados de contenido de humedad.	65
Tabla N°13:	Resultados de los límites de Atterberg.	66
Tabla N°14:	Resumen de la clasificación SUCS.	68
Tabla N°15:	Calificación AASHTO de las calicatas C-01, C-02 y C-03.	69
Tabla N°16:	Resultados del ensayo de proctor modificado.	70
Tabla N°17:	Resultados de CBR.	72

Tabla N°18: Resultados de los ensayos del terreno de la subrasante con fibras PET.

75

Tabla N°19: Datos estadísticos de la subrasante con 6% de fibras PET. 76

Tabla N°20: Datos estadísticos de la subrasante con 10% de fibras PET. 76

Tabla N°21: Datos estadísticos de la subrasante con 12% de fibras PET. 77

Tabla N°22: Promedio aritmético de los valores de CBR y expansión. 78

Tabla N°23: Correlación del método estadístico R de Pearson para las propiedades físicas. 81

Tabla N°24: Interpretación de valor R de Pearson 82

Tabla N°25: Correlación del método estadístico R de Pearson para las propiedades mecánicas. 84

Tabla N°26: Correlación del método estadístico R de Pearson para la dosificación de fibras PET. 85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Ubicación de la zona de estudio (maps).	25
Figura N°2: Ciclo de vida de los envases PET	39
Figura N°3: Sección Transversal – Pavimento Flexible	42
Figura N°4: Signos convencionales para clasificación AASHTO.	46
Figura N°5: CBR en suelo natural y con adición de fibras PET molidas de la calicata C-01, Km 0+000.	59
Figura N°6: CBR en suelo natural y con adición de fibras PET molidas de la calicata C-02, Km 0+500.	60
Figura N°7: CBR en el suelo natural y con adición de fibras PET molidas de la calicata C-03, Km 1+000.	61
Figura N°8: Curva granulométrica de C-01.	63
Figura N°9: Curva granulométrica de C-02.	64
Figura N°10: Curva granulométrica C-03	64
Figura N°11: Limite líquido (a), (b) y (c) de as calicatas C-01, C-02 y C-03 respectivamente.	66
Figura N°12: Curva de la humedad vs Densidad (a), (b) y (c) que son de las calicatas C-01, C-02 y C-03 respectivamente.	71
Figura N°13: Curva densidad seca vs CBR (a), (b) y (c) de las calicatas C-01, C-02 y C-03 respectivamente.	73

Figura N° 14: Histograma de porcentaje de adición de fibras PET vs CBR. 79

Figura N° 15: Dosificación más óptima. 80

RESUMEN

El proyecto de investigación comprendió como problemática: ¿De qué manera mejora la aplicación de fibras PET en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?, y tuvo de objetivo general: Evaluar de qué manera mejora la aplicación de fibras PET en la Subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa y la hipótesis general que se verificó fue: La aplicación de fibras PET tiene como resultado mejorar la resistencia en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

La investigación correspondió al método científico, fue dada de tipo descriptivo - explicativo y perteneció a un diseño pre experimental. La Subrasante del suelo arcilloso perteneció a la población de la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa, que consistió en realizar 3 calicatas por cada punto en el tramo km 0+000, km 0+500 y km 1+000, considerando el Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos.

Los resultados que se obtuvo muestran que, al adicionar las fibras PET molidas restablece las propiedades físicas y mecánicas del suelo de Mishicuri, teniendo como dosificación óptima 12% de fibras PET molidas; obteniendo que con la fibra PET el índice de plasticidad baja; hay un incremento del CBR de 5.1% y la expansión baja a un 0.3%.

Se establece como conclusión que la aplicación de fibras PET es factible para mejorar la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Palabras clave: Fibras PET, mejoramiento, propiedades mecánicas y físicas.

ABSTRACT

The research project understood as a problem: How does the application of PET fibers improve in the clay soil subgrade in the Mishicuri area of the Pangoa district?, and had the general objective: Evaluate how the application of fibers improves PET in the clay soil subgrade in the Mishicuri zone of the Pangoa district and the general hypothesis that was verified was: The application of PET fibers has the result of improving the resistance in the clay soil subgrade in the Mishicuri zone of the Pangoa district.

The research corresponded to the scientific method, was given descriptive - explanatory and belonged to a pre-experimental design. The clay soil subgrade belonged to the population of the Mishicuri area of the Pangoa district, which consisted of making 3 test pits for each point in the section km 0+000, km 0+500 and km 1+000, considering the Manual of Roads, soil section and pavements.

The results obtained show that, by adding the ground PET fibers, it restores the physical and mechanical properties of the Mishicuri soil, having as optimal dosage 12% of ground PET fibers; obtaining that with the PET fiber the low plasticity index; there is an increase in CBR of 5.1% and the expansion drops to 0.3%.

It is established as a conclusion that the application of PET fibers is feasible to improve the clay soil subgrade in the Mishicuri area of the Pangoa district.

Keywords: PET fibers, improvement, mechanical and physical properties.

INTRODUCCIÓN

En este proyecto de investigación denominado “Aplicación de fibras PET en la subrasante del suelo arcilloso en el distrito de Pangoa” se planteó el objetivo de “Incorporar el uso de fibras PET, se puede modificar diversas características del suelo”, de acuerdo a lo señalado en él (MTC, 2014), para ellos se realizara un estudio en el laboratorio, para finalmente con los resultados obtenido poder analizar si es viable usar las fibras PET para el mejoramiento de la subrasante y de qué forma cambia sus propiedades físicas y químicas.

En el Perú los suelos expansivos son un gran problema para las carreteras, porque los incrementos de volumen no se presentan de una manera uniforme, sino todo lo contrario al producirse incrementos en distintas zonas y al momento de contraerse generan asentamientos, que dañan severamente la estructura de un pavimento. Estas deficiencias a demás conforman oportunidades de optimizar la posibilidad de dar soluciones innovadoras para mejorar las carreteras de una manera reduciendo costos para la población.

El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y objetivos tanto generales como específicos.

El Capítulo II: MARCO TEÓRICO, consigna los antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, la hipótesis general, las hipótesis específicas, la definición conceptual y operacional y la Operacionalización de las variables.

El Capítulo III: METODOLOGÍA, se considera el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: RESULTADOS, desarrollo de los problemas, objetivos y las hipótesis.

El Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, contiene la realización de la discusión de los resultados de la tesis.

Finalmente, el proyecto de investigación presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Cristobal Cristobal, Josselyn.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

“A nivel mundial las carreteras son esenciales para el desarrollo de los países, causando preocupación y dificultad en los gobiernos. Debido a la falta de financiamiento en varios países, deben ser establecidos métodos de construcción y mantenimiento de vialidades eficientes desde el punto de vista costo – efectividad”.

En Latinoamérica, (Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional., 2017), mencionó que: “Las posibles fallas que podrían ocurrir en una vía, limitan el desarrollo económico de los pueblos que unen, tal como sucede en países como Colombia o Ecuador en la que las constantes lluvias perjudican gravemente la parte estructural de pavimento, esto debido principalmente a las deficientes propiedades del suelo de fundación”.

“Los suelos expansivos del Perú son un gran problema para las carreteras, porque los incrementos de volumen no se presentan de una manera uniforme, sino todo lo contrario al producirse incrementos en distintas zonas y al momento de contraerse generan asentamientos, que dañan severamente la estructura de un pavimento”.

En la región Junín, en el distrito de Pangoa específicamente en la carretera progresiva Km 0+00 - Km 1+000 en la zona de Mishicuri se puede visualizar que en su mayoría predominan los suelos de tipo arcilloso, se sabe que estos suelos tienen un comportamiento especial debido a que tienen diferentes

propiedades físicas y mecánicas frente a otros tipos de suelos. Y estos suelos también son usados como base para la cimentación de un pavimento, teniendo en cuenta que las arcillas tienen como características principales el índice de plasticidad demasiado alto y una capacidad variable de soportar cargas estructurales bajas. Este tipo de suelo puede optar al mejoramiento, es un método donde los suelos naturales se sujetan a un tratamiento para la mejor resistencia y así poder soportar las cargas a las cuales será sometida. Mediante la investigación se propone el uso de fibras PET para evaluar las propiedades físicas, mecánicas y la resistencia del suelo arcilloso, a su vez la incorporación de fibras PET permitirá reducir la contaminación ambiental producida por los desechos plásticos. Para que esta investigación sea viable será indispensable realizar los diferentes ensayos en el laboratorio de las muestras obtenidas para poder determinar las diversas propiedades de los suelos arcillosos en su estado natural y mejorado con fibras PET.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera mejora la aplicación de fibras PET en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?

1.2.2. Problemas Específicos

a) ¿Qué efectos produce la aplicación de fibras PET en las propiedades físicas en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?

b) ¿Qué efectos produce la aplicación de fibras PET en las propiedades mecánicas en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?

c) ¿Cuál es la dosificación óptima de fibras PET para lograr una resistencia en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o Social

La presente investigación se realiza con el propósito de evaluar el comportamiento del suelo arcilloso con fibras PET para mejorar la subrasante en la zona de Mishicuri – distrito de Pangoa, es de vital importancia que se cumpla con las condiciones de resistencia requeridas para poder soportar las cargas a las cuales estará sometido y así también poder reducir la contaminación producida por las fibras PET, asegurando el bienestar personal, social y ambiental; así también evitar daños tempranos en las estructuras viales.

1.3.2. Metodológica

Esta investigación propone desarrollar la evaluación de las muestras para la aplicación de fibras PET en la subrasante del suelo arcillosos del distrito de Pangoa, se tendrá los resultados de los ensayos del laboratorio y por medio de los resultados se sabrá las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcillo aplicando fibras PET.

También el planteamiento propuesto servirá de apoyo para futuras investigaciones en el área de mecánica de suelo.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación se desarrolló en la carretera de la progresiva Km 0+000 a Km 1+000 en la zona de Mishicuri, distrito de Pangoa; en la región de Junín; la cual se realizó la extracción de muestras y se llevó a ser ensayado al laboratorio de suelos ubicado en el distrito de Villa el Salvador, provincia de Lima, departamento de Lima.



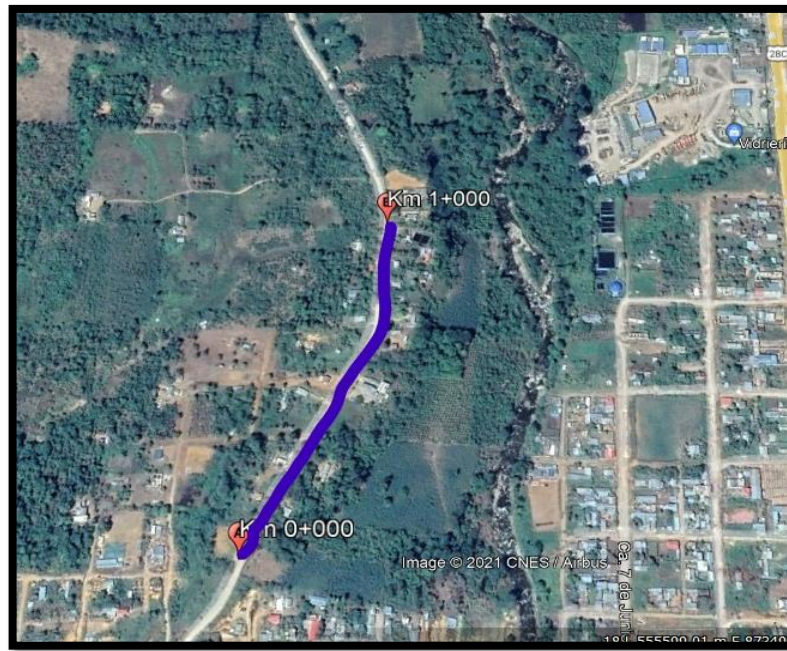


Figura N°1: Ubicación de la zona de estudio (maps).

1.4.2. **Temporal**

La presente investigación propuesta se ejecutará en los meses de octubre a diciembre del 2021.

1.4.3. **Económica**

Los gastos de la investigación son financiados con recursos propios del investigador.

1.5. **Limitaciones**

1.5.1. **Limitación tecnológica**

La investigación se ha enfocado en las fibras PET, en este caso no habido una limitación tecnológica, ya que fueron molidas por maquinas industriales.

1.5.2. Limitación de información

La limitación de información de la investigación, consiste en que no hay datos o teorías relevantes respecto al mejoramiento de suelos arcillosos mediante la aplicación de fibras PET.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Evaluar de qué manera mejora la aplicación de fibras PET en la Subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Analizar los efectos que produce la aplicación de fibras PET en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.
- b) Analizar los efectos que produce la aplicación de fibras PET en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.
- c) Determinar la dosificación óptima de fibras PET en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

(LEIVA GONZALES, 2016), según su trabajo de investigación “Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva Km 0+000 – Km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción”, Universidad Nacional Centro de Perú – Huancayo, formula su problema general “¿Cómo influye las bolsas de polietileno en el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva Km 0+00 – Km 0+100 del distrito de Orcotuna – Concepción?”, como objetivo general tiene: “Determinar la influencia de las bolsas de polietileno en el suelo a nivel de la subrasante del Jr. Arequipa de la progresiva Km 0+000 – Km 0+100 del distrito de Orcotuna – Concepción”. Por lo tanto, en la metodología el autor menciona que: “El tipo de investigación es aplicada porque usa la ciencia y teoría ya existentes para aplicarlas de manera directa en casos prácticos reales”.

Concluyendo en que: “Las bolsas de polietileno influyen en el mejoramiento de la subrasante, mediante el uso de bolsas de polietileno fundido en forma de grumos, se realizó diferentes proporciones que son: del 2%, 4%, 6%, 8% y 10 % logrando un aumento de CBR en promedio de 7.98%, superior permisible. Con

la adición de polímeros reciclados, obtenidos de las bolsas de polietileno fundido en forma de grumos, se mejora las propiedades físicas y mecánicas, se comprobó que la muestra del tramo de la progresiva KM 0+000 – KM 0+100 presenta gran presencia de arcilla”. El problema se debió que: “La subrasante es un suelo plástico y de mala granulometría, debería ser bien graduada, con una granulometría continua y no uniforme, al adicionar bolsas de polietileno fundido en forma de grumos el suelo hace que tenga mayor ficción y por ende hace que presente mayor capacidad portante”.

(FLORES LEÓN, 2019), su trabajo de investigación “Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica USAT, 2018-2019 ”, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo - Chiclayo, tuvo como formulación de su problema general “¿Cómo influye la adición de plástico PET proveniente del reciclaje de botellas de agua y gaseosa en las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos para su uso como subrasante dentro del estacionamiento de la Clínica USAT en el periodo 2018-2019?”, su objetivo general es: “Evaluar el efecto de la adición de plástico PET provenientes del reciclaje de botellas de agua y gaseosas sobre las propiedades físico-mecánicas de los suelos arcillosos ubicados en la zona de estacionamiento en la Clínica USAT para su uso en subrasante en el periodo 2018-2019”, el autor

menciona que: “La investigación es de tipo experimental”. Concluyendo que: “Los suelos encontrados a nivel de subrasante en la Clínica USAT dentro del área del estacionamiento son arcillas de baja plasticidad CL con un contenido de humedad de 11.11% y una mayor uniformidad en la investigación”. Después de realizarse los ensayos se conocieron las características del terreno natural como subrasante, se encontró como resultado: “La compactación del Proctor a una máxima densidad seca de 1.844 g/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 14.1% y con relación al CBR se tuvieron valores tomando la máxima densidad seca al 95% y 100% siendo estos de 16.9% y 20.23 % clasificando a la calidad de la subrasante como buena”.

(MORE GARCÍA, y otros, 2019), su trabajo de investigación “Estabilidad de subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi-Chirapa, 2019, Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto”, formulación de su problema general “¿La adición de la resina de plátano permitirá estabilizar la subrasante en suelos en el tramo Cacatachi – Chirapa – 2019?”, el objetivo general es: “Estabilizar la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa – 2019”. El autor manifestó que la investigación es de tipo aplicada, que busca la aplicación de conocimientos para la resolución de un problema real, además se usó la resina de plátano para realizar un proceso de estabilización de la subrasante en el tramo Cacatachi – Chirapa en el año 2019, el autor

concluyó que: “La resina de plátano bellaco en la selva peruana se puede utilizar como sustitutos parciales del agua en una cantidad representativa para estabilización de suelos siempre y cuando no sobrepase a 5.2 % como componente. Conforme a los ensayos realizados se obtuvo las características físico y mecánico del suelo, donde se menciona que el tipo de suelo más crítico de las muestras han sido calculadas por los ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia en efecto resulto un suelo A-4 (1) según AASHTO y SUCS un suelo SC”.

(GONZALES PORTOCARRERO, y otros, 2020), su trabajo de investigación “Diseño de una subrasante, aplicando plástico reciclado PET para mejorar la capacidad de carga, del Sector Santa Ana 2020”, Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto, formulación de su problema general “¿De qué manera se pretende mejorar la capacidad de carga en la subrasante aplicando plástico reciclado PET al 2%, 4% y 6% en el Sector Santa Ana 2020?”, su objetivo general es: “Determinar la manera de mejorar la capacidad de carga en la subrasante con la aplicación de plástico reciclado al 2%, 4% y 6% en el Sector Santa Ana 2020”, el autor menciona que “La investigación es de tipo aplicada , ya que se propone mejorar la capacidad portante de la subrasante con la aplicación de plástico reciclado, se consideró como diseño de investigación experimental, ya que el efecto de la capacidad portante puede variar inesperadamente”. El investigador concluyó que: “Se determinó las

características topográficas de la carretera de estudio con ayuda de una estación total. Los planos en planta como de perfil longitudinal se realizaron de acuerdo a las coordenadas o puntos encontrados en ese tramo. El estudio que se realizó determinó si la carretera por ser existente requiere una rehabilitación o mejoramiento, se basaron en el MTC – DG 2018”. También se concluyó que “Las propiedades físicas y mecánicas del plástico PET, ensayos que se realizan a 10 envases PET – bebida carbonatada de 500 ml, estos datos ayudar a definir si cumple dentro de un suelo arcilloso”.

(RUIZ MARTÍNEZ, 2021), su trabajo de investigación “Aplicación de la bolsa de polietileno fundido reciclado en la estabilización de la subrasante de la provincia de Chupaca – Junín”, Universidad Peruana los Andes, formulación de su problema general “¿Qué resultado se obtiene de la aplicación de la bolsa de polietileno fundido reciclado para la estabilización de la subrasante de la carretera Yanacancha a Laive Vista Alegre en la provincia de Chupaca – Junín?”, el objetivo general es: “Evaluar el resultado de la aplicación de la bolsa de polietileno fundido reciclado para estabilizar la subrasante de la carretera Yanacancha a Laive Vista Alegre en la provincia de Chupaca – Junín”, el autor menciona que “La investigación es de tipo aplicada, se tuvo como objetivo determinar un problema, apoyados en teorías y estudios establecidos mediante investigaciones del tipo básica”. El investigador concluye que “Las bolsas de polietileno fundido reciclado estabilizan la

subrasante de la carretera Yanacancha a Laive Vista alegre, pues mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Siendo la dosificación óptima el 4% de BPF; pues se logra una disminución del índice de plasticidad en 8.26% y un incremento de CBR en 14.39%, pero a un mayor costo por metro cuadrado (S/. 57.70) que los tratamientos convencionales”.

2.1.2. **Antecedentes internacionales**

(SHERWELL BETANCOURT, 2014), su investigación es “Estudio del uso de polietileno tereftalato (PET) como material de refuerzo de estructuras térreas conformada por suelo fino”, Universidad Nacional Autónoma de México, concluye que “Los suelos con composición limosa y la adición de fibras de polietileno tereftalato como estabilizante, puede ser empleado en lugares o zonas donde se contemplen desmoronamiento notables, añade que no se necesitan grandes capacidades de carga y lo que se busca es tener un suelo estable e impermeable”.

(GAVILANES BAYAS, 2015), su investigación es “Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector Pamba Barrio Colinas Sur”, Universidad Internacional del Ecuador, formula su problema general “¿La estabilidad y mejoramiento de la subrasante contribuirá con una mejor calidad de vida a los pobladores y una mejor economía ya que con una buena vía tendrán comodidad de ingreso al sector?” , el objetivo general es: “Analizar y evaluar las propiedades físicas y

mecánicas de la modificación y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para determinar estabilización de plasticidad del material de subrasante en la vía”. Por lo tanto, el autor mencionó una metodología que es de tipo experimental, el investigador concluyó que: “El lugar de estudio tiene como material de subrasante un suelo de tipo limo arenoso, con pómez y de color café claro, siguiendo las normas internacionales, recomendó efectuar una estabilización con cemento. Analizando que hay una reducción entre el índice de Plasticidad con el crecimiento del porcentaje de cemento, provocando un ligero aumento del límite de Plástico y decrecimiento del límite líquido”.

(CALDERÓN RAMÍREZ, y otros, 2017), Su trabajo de investigación es “Análisis de resistencia a la compresión inconfiada y durabilidad de un suelo arcilloso estabilizado con cal adicionando fibras de material no biodegradable, polietileno de alta densidad (polisombra) reciclada, Universidad de la Salle Bogotá”, formula su problema general “¿Cómo incide la adición de polisombra en el comportamiento de resistencia a la compresión inconfiada y durabilidad de un suelo-cal?”, el objetivo general es: “Evaluar el comportamiento a la compresión inconfiada y durabilidad de un suelo-cal con y sin adición de polisombra en diferentes dosificaciones (0.5,1,1.5%), en relación con el peso del suelo”, por lo tanto en la metodología el autor menciona que: “Es

una tesis experimental, debido a las actividades metódicas y técnicas para recolectar información y diferentes datos que permiten evaluar el comportamiento físico y mecánico de un material arcilloso mejorando con cal, con adición de polisombra, con respecto a una mezcla sin adición del polisombra”. Se tuvo como resultado que: “En una obra en etapa de construcción en la ciudad de Bogotá, en función a lo recomendado en las normas establecidas por el Instituto Nacional de Vías (INVIAS). Para realizar los especímenes de estudio, fue necesario establecer el óptimo contenido de cal y agua para cada adición de fibras de polisombra, por lo que fue necesario realizar la medición de PH y Proctor estándar. Las dosificaciones de fibras especificadas para la investigación fueron de 0.5, 1 y 1.5% respecto del peso del suelo. Estas probetas fueron comparadas con muestras de suelo natural, más un óptimo contenido de cal y óptimo contenido de fibra, mediante el desarrollo de ensayos como el límite líquido, límite plástico, gravedad específica, contenido de humedad, PH, proctor y CBR”. En el resultado muestran que: “El estudio natural falló por cortante solo con 16 Kpa; mientras que, al incrementar cal, la falla fue frágil, siendo un porcentaje de 18%, el que mejor comportamiento presentó, pues su resistencia llegó a 18 Kpa mientras que al adicionar fibras de polisombra se alcanzaron resistencias de 538 Kpa, cuando se consideró una dosificación del 1%; además que la falla no fue por cortante. Estos resultados se vieron reflejados cuando se analizó el CBR del suelo; pues su valor

se incrementó de 2.45% a 21.4% al considerar 18% y 1% de fibra”. Se concluyó que: “Si existe un mejoramiento de las propiedades del suelo estabilizado con cal, cuando se le incrementa fibras de polipropileno reciclado (polisombra)”.

(RAMÍREZ TRIVIÑO, y otros, 2018), su trabajo de investigación “Evaluación CBR de sub-base granular mezclado con tereftalato de polietileno (PET); para uso en vías terciarias”, Universidad Libre Seleccional Pereira, tiene como problema general “¿Es posible alcanzar la resistencia y durabilidad optima al mezclar sub-base con material PET reciclado para su uso en vías terciarias?”, el objetivo general es: “Implementar el uso del PET reciclado en la modificación de la sub-base para su uso en las vías”. En la metodología el autor menciona que es: “De tipo experimental, basada en el Proctor modificado y California Bearing Ratio (CBR). El resultado tras practicar el ensayo a distintos golpes según norma (I.N.V.E – 148-07), observaron que al ser sometida la muestra a 56 golpes por capa los valores son 86.70% a 0.1 pulg de penetración y 114.25% a 0.2 pulg de penetración, afirmaron que según estos valores de CBR pueden usarse como base”. Concluyó en “Apreciar la buena relación entre los componentes de la mezcla obteniendo resultados favorables para el aumento en la resistencia. El material utilizado pudieron usarlo para sub-base granular mejorando algunos de los requerimientos exigidos por el INVIAS, propusieron entonces

que la granulometría de las sub-base granular fuera mejorado en el material PET para lograr los estándares exigidos por el INVIAS”. (CARVAJAL YATE , y otros, 2019),su análisis “Evaluación de la resistencia de un suelo areno arcilloso con refuerzos de fibras PET, Universidad Piloto de Colombia”, formula su problema general “¿Cuál es el aporte de la adición de fibras PET en la resistencia de un suelo areno arcilloso?”, además, el objetivo general es: “Evaluar la resistencia de un suelo areno arcilloso al adicionar fibras PET como refuerzo”, por lo tanto en la metodología el autor menciona que el tipo de investigación es de forma experimental cuantitativa, concluyó que: “El suelo mejorado con fibras PET tiene una resistencia de 1.9% al ser adicionados al suelo arenoso arcilloso de baja plasticidad que se obtuvo mediante los ensayos de laboratorio, teniendo en cuenta que el suelo mejoro un 0.3% en comparación del suelo natural con 1.6% de resistencia, es por ello que se define que el suelo arena arcilloso tuvo un mejoramiento optimo en cuanto al porcentaje de adición de fibras el cual fue del 0.3%, considerando lo anterior las fibras PET mejora el suelo, pero no cumple el requisito que exige la norma I.N.V.E – 148 Art. 220 el cual especifica que el porcentaje mínimo de un CBR para los suelos adecuados debe ser mayor al 5%. Al analizar el proceso realizado con adición de fibras PET favorece en gran parte las propiedades del suelo, también se puede mitigar el impacto ambiental dando un uso favorable a los residuos producidos por las industrias”.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Polietileno Tereftalato (PET)

Se conoce por su alta pureza, resistencia y tenacidad. Sus propiedades son de transparencia y resistencia química. Existe variedad PET y se clasifican por su peso molecular y cristalinidad. Las se denominan un tipo de PET de bajo peso molecular, los de peso molecular medio se llaman grado película y los de peso molecular alto, grado ingeniería.

“Es un material que no presenta estiramiento y no afectan los gases atmosféricos, también son resistentes al calor y no absorbe mucha cantidad de agua”. (MENDEZ ROSAS, 2020 pág. 27).

❖ Propiedades y características:

“El PET se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad y las propiedades que presenta son las de transparencia y resistencia química, existen diferentes grados de PET, los cuales se diferencian por su peso molecular y cristalinidad”. (MENDEZ ROSAS, 2020 pág. 27).

Propiedades:

- Apto para producir botellas, películas, láminas, planchas y piezas.
- Procesable por soplado, inyección y extrusión.
- Transparencia.
- Elevada dureza al desgaste.
- Alta resistencia química y térmica.

- Reciclable, tiende a bajar su viscosidad con la historia térmica.
- Excelentes propiedades mecánicas.
- Cristalizable.
- Liviano.
- Aprobado para su uso en productos que deben estar en contacto con productos alimentarios.

Tabla N°1: Propiedades del PET

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	1,34 – 1.39
Resistencia a la tensión	MPa	59 – 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 – 128
Resistencia al impacto, Izod	J/mm	0.01 – 0.04

Fuente: “Industria de plástico. Richardson & Lokensgard”

Características:

- ✓ Biorientación: Permiten lograr propiedades mecánicas y de barrera con optimización de espesores.
- ✓ Cristalización: Logra el incremento del peso molecular y la densidad.
- ✓ Esterilización: el PET resiste una esterilización química con óxido de etileno y radiación gamma.
- ✓ Resistencia química: Presenta una resistencia favorable en general a grasas, sale, jabones, alcoholes, hidrocarburo alifático.

Tiene baja resistencia a los solventes halogenados, aromáticos, cetonas de bajo peso molecular.

Resistencia química del PET: Alternativas ecológicas, fibras, poliésteres no alimenticios, retornabilidad, etc.

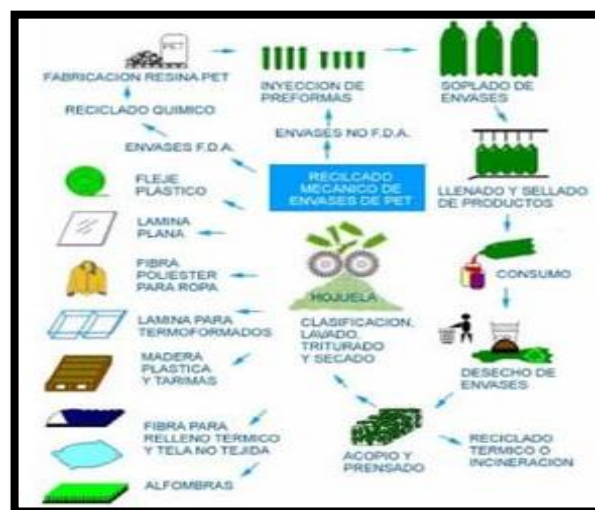
❖ Situación del reciclaje

El PET es un material reciclable, se ve reutilizados en objetos como: “Cepillos, escobas, cuerdas y en la actualidad se está viendo frecuentemente las fibras que se están utilizando como material adicional en mezclas de obras civiles”.

“Los envases PET una vez que termina su vida útil, se pueden aprovechar sometiendo a reciclados mecánicos y químicos o reciclado energético empleándolos como fuente de energía”.

(MENDEZ ROSAS, 2020 pág. 30).

Figura N°2: Ciclo de vida de los envases PET



Fuente: Tomada tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.

2.2.2. Subrasante

La subrasante es el lugar donde: “Se asienta la parte prismática de una vía, superficie que se obtiene después del movimiento de tierra. Tiene como función principal soportar la estructura de un pavimento, por lo que debe estar conformada por suelos de buenas características y constituida por capas ya que se quiere obtener cuerpos más compactos que soportan las cargas de diseño. En la etapa constructiva los 0.30 m debajo de la subrasante deben estar compactados al 95% de su máxima densidad seca”. (GIL CARBONELL, y otros, 2018)

“El suelo que se encuentre a 0.60m por debajo del nivel de la subrasante, debe cumplir con un $CBR \geq 6\%$; por lo que si no cumplen estos suelos deben ser reemplazados o mejorados, en función al análisis técnico del ingeniero responsable”. (MTC, 2014).

a) Característica de la subrasante

(MTC, 2014), “Las características de las propiedades físicas y mecánicas para subrasante deben realizarse a profundidad de 1.50 m como mínimo. Si la vía es de tercera clase (IMDA entre 400 – 201 veh/día) solo será necesario realizar 2 por 1.5 Kilómetros. Se considera si la topografía en la zona es de estudio variable, llegando a cambio en el perfil del terraplén, o si la naturaleza del suelo varía considerablemente, se debería realizar más calicatas por kilómetros”.

“Es muy importante la caracterización de la sub rasante, ya que se podrá determinar la presencia de suelos arcillosos, orgánicos, napas freáticas, rellenos, etc., además que con esta información se logra identificar tramos para un mejoramiento o estabilización de suelos”. (GIL CARBONELL, y otros, 2018)

b) Consideraciones de excavación en la subrasante

“De acuerdo a (MTC, 2014) las excavaciones a realizarse deben tener una identificación mediante coordenadas UTM – WGS84”.

Se tiene en cuenta:

- ❖ Características de gradación.
- ❖ Espesor por estrato del sub-suelo.
- ❖ Estado de compacidad de los materiales.

“Las propiedades importantes para analizar la subrasante son propiedades físicas (granulometría, límites de consistencia, densidad, contenido de humedad), las propiedades de rigidez (módulo resiliente, módulo de elasticidad y CBR), propiedades hidráulicas (coeficiente de drenaje, permeabilidad, coeficiente de expansión)” (LEIVA GONZALES, 2016 pág. 12).

Tabla N°2: Categorías de la subrasante

CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE	CBR
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR ≥ 30%

Fuente: “Ministerio de transporte y Comunicaciones, 2014”.

“Se considera materiales aptos para la coronación de la subrasante con CBR igual o mayor de 6%”.

Figura N°3: Sector Transversal del Pavimento Flexible



Fuente: de Leiva, R. 2016

2.2.3. Suelos expansivos

“Los suelos que tiene capacidad de sufrir cambios volumétricos en función de la humedad de le conoce como suelos expansivos. Los asentamientos que sufren las estructuras debido a las deformaciones producto de los aumentos de carga sobre el suelo que los soporta fueron identificados como la causa de los daños en la estructura,

pueden presentar daños por asentamiento sino también por expansión”. (LEIVA GONZALES, 2016 pág. 15)

✓ **Principio de las arcillas**

“Son de gran parte esencial de los suelos y sedimentos debido a que son, en su mayoría, productos finales de la meteorización de los silicatos que formados a mayores presiones y temperatura en el exógeno se hidrolizan. El contenido de arcilla en un suelo o roca tienen mucho que ver según los factores climáticos incidentes. La cantidad de arcilla aumenta en función de la humedad y temperatura, pasando por escalas logarítmicas para condiciones tropicales y subtropicales”, según (LEIVA GONZALES, 2016 pág. 15) .

✓ **Mineralogía**

“Las arcillas son producto de designación química de las rocas ígneas y metamórficas, se constituyen por silicatos de aluminio hidratados y en algunos casos silicatados de magnesio, hierro u otros metales. La lamina silica está formada por un átomo de silicio, rodeado de 4 oxígenos”, (LEIVA GONZALES, 2016 pág. 15).

Los minerales de arcilla se clasifican en:

- Montmorillonita
- Caolinitas
- Ilitas

“Las montmorillonitas están formadas por laminas alumínicas entre dos silícicas. Debido a esto se produce un incremento de volumen de

los cristales, provocando macro físicamente una expansión”.
(LEIVA GONZALES, 2016 pág. 16)

2.2.4. **Estabilización de suelo**

El CBR, de los materiales capas de subrasante y de afirmado, deberá estar de acuerdo a los valores de diseño, no se admiran valores inferiores.

“Para establecer un tipo de estabilización, es necesario determinar el tipo de material que se pretende estabilizar”.

Los factores que consideran el método más conveniente a estabilizar:

- Tipo de material a estabilizar.
- Uso de propuesto del material estabilizado.
- Tipo de aditivos estabilizador.
- Experiencia en el tipo de estabilización que se aplicara
- Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador.
- Disponibilidad de equipo adecuado.
- Costos comparativos.

“La estabilización de un suelo, es un proceso que tiene como objetivo mejorar su resistencia, su durabilidad, su insensibilidad al agua, etc.”. (MENDEZ ROSAS, 2020 pág. 31).

2.2.5. **Métodos de estabilización de suelos**

A. Estabilización por medios eléctricos

“Las electroósmosis, que es la aplicación de una diferencia de potencial a una muestra de suelo fino con exceso humedad. Con este método se observa el aumento a la resistencia al corte y la

comprensión simple de los suelos finos (arcillosos)”, según (ENRIQUEZ TORRES, 2021 pág. 41)

B. Estabilización de suelos con cal y polímeros

Las fibras usualmente se utilizan para mejorar la resistencia del suelo y reducir la retracción. Un método novedoso con la mezcla de fibra con polipropileno con cal, reduciendo así la cantidad de cal necesaria, también menciona que las fibras incrementan la resistencia al corte del terreno natural sin tratamiento previo, por lo que la combinación de cal y fibras permitirá la reducción de cal necesaria para estabilizar el terreno.

2.2.6. Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo tiene como finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos.

Según (MTC, 2014) “La finalidad de la granulometría es obtener la proporción de todos sus componentes en función de su tamaño”.

Tabla N°3: Clasificación de suelos según su tamaño de partículas

Tipo de material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm - 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material fino	Limo	0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: MTC (2014).

Fuente: MTC (2014)

Según (LEIVA GONZALES, 2016), “La granulometría es utilizada para la clasificación de suelos; ya que se encuentran durante la exploración, solo pueden ser usados de acuerdo a la AASTHO y SUCS”.

Figura N°4: Signos para la clasificación AASHTO.

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 ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Fuente: “MTC (2014)”

2.2.7. Cbr

“La resistencia o soporte del suelo, quiere decir que al 95% de la máxima densidad seca y con una penetración de carga de 2.54 mm”. (MTC, 2014), “El porcentaje de CBR se define como la cantidad de fuerza que necesita un pistón normalizado para penetrar una profundidad determinada en una muestra de suelo compactado con un contenido de humedad y densidad”.

Según él (MTC, 2014), “Esta propiedad del suelo se estima mediante lo recomendado en la norma MTC EM 132”.

Procedimiento:

- Clasificación del suelo por el AASHTO y SUCS.
- Elaborar un perfil estratigráfico en cada sector homogéneo o tramo de estudio.
- Con el perfil se deben programar los ensayos de CBR (resistencia del suelo).
- El CBR debe ser al 95% de MDS (máxima densidad y a una penetración de 2.54 mm.

Una vez que se obtenga el valor del CBR, se va clasificar a que categoría de subrasante pertenece, según la tabla:

Tabla N°4: Subrasante.

Categorías de subrasantes	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	3 % ≥ CBR < 6 %
S ₂ : Subrasante Regular	6 % ≥ CBR < 10 %
S ₃ : Subrasante Buena	10 % ≥ CBR < 20 %
S ₄ : Subrasante muy Buena	20 % ≥ CBR < 30 %
S ₅ : Subrasante muy buena	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC 2014

2.3. Definición de términos

2.3.1. Polietileno tereftalato

Las botellas de plástico PET, están hechas de tereftalato de polietileno, son durables que es bueno para su portabilidad. Estos plásticos se usan principalmente para refresco, bebidas deportivas,

etc. Sus principales propiedades son altas resistencia al desgaste y corrosión, buena resistencia química y térmica.

2.3.2. **Subrasante**

“Es el soporte natural, preparado y compactado; en la que se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar apoyo razonable, sin cambios bruscos en el valor de soporte, es importante que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una lata capacidad de soporte, por lo que se debe tener cuidado con la expansión de los suelos”. (LEIVA GONZALES, 2016 pág. 36).

2.3.3. **Estabilización de suelo**

“Se pretende mejorar el material del suelo existente, sin cambiar la estructura y composición básica. Para que se pueda lograr el tipo de estabilización se utiliza la compactación”. (MTC, 2014)

2.3.4. **Granulometría**

“El análisis granulométrico tiene como finalidad determinar la proporción de los diferentes tamaños de muestra”. (MTC, 2014) - E107.

2.3.5. **Contenido de humedad**

“Los suelos finos tienen una gran característica, pues su resistencia depende en gran medida de su contenido de humedad”. (MTC, 2014)

2.3.6. **Límite de líquido**

“Es el contenido de humedad que se reporta en porcentaje donde el suelo se halla en estado líquido y plástico”. (MTC E110) (MTC, 2014).

2.3.7. Límite plástico

“Es la humedad más baja con la que se puede formar barras de suelo de unos 3.2 mm (1/8”) de diámetro sin que se desmorone”. (MTC E111) (MTC, 2014).

2.3.8. Índice de plasticidad

“Es la diferencia del límite líquido y plástico del suelo”. (MTC E11) (MTC, 2014).

2.3.9. California Bearing Ratio (Cbr)

“Es el índice de resistencia de los suelos que se denomina como valor de relación de soporte del suelo”. (MTC E132) (MTC, 2014).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La aplicación de fibras PET tiene como resultado mejorar la resistencia en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

2.4.2. Hipótesis específica

a) La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

b) La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

c) La aplicación de fibras PET optimiza la dosificación en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

- **Variable independiente (X): Fibras PET.** - “Es un poliéster termoplástico, que se produce principalmente del ácido Tereftálico y Etilenglicol, los cuales al polimerizar en presencia de Tereftálico, catalizadores y aditivos producen los distintos tipos de PET”. (Reciclado del plástico [PET] para la obtención de fibra textil, 2016)

- **Variable dependiente (Y): Subrasante.** - Se evaluará de acuerdo a los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, proctor modificado, CBR y Expansión. De acuerdo a los resultados obtenidos en el laboratorio se demostrará si existe una relación entre la cantidad de fibras PET en las propiedades de la subrasante.

2.5.2. Definición operacional de la variable

- **Variable independiente (X): Fibras PET.** - Se utilizó en 6%, 10% y 12% de proporción del peso del suelo seco.

- **Variable dependiente (Y): Subrasante.** -Se consideró de acuerdo a los ensayos de Granulometría, limite líquido, limite plástico, proctor modificado y CBR.

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla N°5: Operacionalización de variable

Operacionalización de variable					
Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente (x) : Fibras PET	Es un poliéster termoplástico, que produce ácido tereftálico y etilenglicol, la cual al polimerizarse producen distintos tipos de fibras PET.	Las fibras PET que se usarán serán botellas de plástico reciclados.	Propiedades físicas de la fibra PET	Absorción de humedad	Intervalo
				Dureza	
				Permeabilidad	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la tensión	Intervalo
Resistencia a la comprensión					
Variable dependiente (Y) : Subrasante	Es la superficie terminada de la carretera a nivel movimiento de tierras, sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.	La subrasante usada como muestra se recolectará de las calcatas de la carretera del distrito de Mishicuri de Pangoa.	Extracción de muestra	Perfil estatigráfico del suelo.	Razón
			Propiedades físicas del suelo	Granulometría	Intervalo
				humedad	
				Limites de atterberg	
			Propiedades mecánicas del suelo	Proctor modificado	Intervalo
				CBR	
Consolidación					

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

La investigación que se utilizara es el método científico, con este método se busca el control de las variables que intervienen en el estudio mediante la observación de fenómenos naturales y la postulación de hipótesis y su comprobación mediante la experimentación. Es por ello que, en esta investigación se siguen procedimientos sistematizados, como ensayos de laboratorio, que se usan para estudiar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante bajo el efecto de las fibras PET.

3.2. Tipo de investigación

La investigación será del tipo aplicada, como se usa la ciencia y teorías existentes para aplicarlos de modo directa en casos prácticos, ya que se utilizará las fibras PET en el mejoramiento del suelo a nivel de la subrasante. La investigación aplicada busca solucionar problemas de modo más práctica, con un margen limitado, asimismo la información obtenida a través de esta investigación debería ser también aplicable en cualquier lugar y por consiguiente genera oportunidades significativas para su difusión.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación correspondió al descriptivo – explicativo, este nivel estará encaminado a explicar las variables estudiadas y busca determinar las

causas que están detrás de esta investigación. De tal forma la investigación determinó como las fibras PET mejoran las propiedades de la subrasante de un suelo arcilloso, a través de los ensayos de laboratorio.

3.4. Diseño de la investigación

Para la investigación se empleará un diseño pre experimental, ya que se manipulará la variable independiente, y existirá un conjunto de revisión con el que se comparará las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

En la investigación, se tomó como población la subrasante en la carretera de Mishicuri distrito de Pangoa. Universo 10 Km, zona de Mishicuri.

3.5.2. Muestra

“Para obtener las muestras específicas, se desarrollará cada 1 Km de la carretera de Mishicuri para realizar el estudio de la subrasante que permita desarrollar la investigación, para una Carretera de Segunda Clase se debe realizar 3 calicatas de 1.5 m de profundidad por kilómetro”. Según él (MTC, 2014).

Tabla N°6: Calicatas de las muestras a extraer

Prog. Km	Calicata	Prof. (m)
0+000	C-1	1.5
0+500	C-2	1.5
1+000	C-3	1.5

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica:

“Es el conjunto de procedimientos utilizados para la recolección de información disponible que, manejado con sensatez e imaginación, permite la necesaria correspondencia entre la teoría y la práctica”.

Para el proyecto la recolección de datos se llevará a cabo por medio de la observación, basado en el Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos (MTC, 2014).

Se hará la visita a campo, se seleccionará dos tramos visualmente en tramos de la progresiva Km 0+000 a Km 0+500 donde se hará dos calicatas y en la progresiva Km 0+500 a Km 1+0000 que se realizará una calicata, siendo en total tres calicatas.

Se hará el traslado de la muestra al laboratorio para realizar los respectivos ensayos.

3.6.2. Instrumentos:

En esta investigación se usó como instrumento los registros de las calicatas, registros de las propiedades físicas y mecánicas de las

fibras y los registros de los ensayos del laboratorio, de acuerdo al formato que tiene el laboratorio de suelos Sotelo & Asociados S.A.C., ubicado en Villa el Salvador.

Tabla N°7: Técnica e instrumento

Técnica	Instrumento	Fuente
Ensayo de granulometría	Ficha de Registro	ASTM D 422 (MTC E 107)
Ensayo de contenido de humedad	Ficha de Registro	ASTM D 2216 (MTC E 108)
Ensayos de límites de líquido	Ficha de Registro	ASTM D 4318 (MTC E 110)
Ensayos de límites de plástico	Ficha de Registro	ASTM D 4318 (MTC E 111)
Ensayo de Proctor Modificado	Ficha de Registro	ASTM D 1557 (MTC E 115)
Ensayo de CBR	Ficha de Registro	ASTM D 1883 (MTC E 132)
Expansión	Ficha de Registro	ASTM D 4546

3.6.3. Validez:

En la investigación, se usó los equipos del laboratorio de suelos Sotelo & Asociados S.A.C. ya que al estar acreditada por la INACAL con la ISO 17025 tienen perfectamente calibrados sus equipos y certificados, así podremos tener datos más precisos para el proyecto.

3.7. Procesamiento de la información

La información se da con los datos recolectados en campo y laboratorio, así se elaboraron cuadros y gráficos con el apoyo del Microsoft Excel para tener una mejor interpretación en los resultados obtenidos. También se ha utilizado el software SPSS v.22, para probar estadísticamente los resultados de la presente investigación.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Los datos de la Tesis fueron analizados en sentido cuantitativo, el cual las técnicas usadas para el desarrollo de la tesis serán estadísticas.

La estadística descriptiva será usada en los resultados generales de los datos del laboratorio, usando formulas estadísticas como la media, la frecuencia.

La estadística inferencial fue aplicada para establecer la prueba de hipótesis planteada, para la tesis se usó la prueba de R de Pearson, ya que de acuerdo a los resultados existen correlaciones entre las variables.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Efectos de las fibras PET en el suelo arcilloso a nivel de la subrasante

Los resultados obtenidos verifican que de la progresiva Km 0+000 – Km 0+500 presentan suelos arcillosos de alta plasticidad y de la progresiva Km 0+500 – Km 1+000 también presentan suelo arcilloso de alta plasticidad.

Tabla N°8: Propiedades físicas y mecánicas.

ENSAYOS	NORMAS	C-01	C-02	C-03
Contenido de humedad	MTC EM 108	31%	32%	34%
Límite Líquido	MTC E 110	48%	49%	55%
Límite Plástico	MTC E 111	25%	27%	25%
Índice de Plasticidad	MTC E 112	23%	22%	30%
Clasificación SUCS	NTP 339.135	CL	CL	CH
Clasificación AASTHO	NTP 336.134	A-7-6(15)	A-7-6(14)	A-7-6(15)

Proctor modificado M.D.S. (gr/cm ³); OCH	MTC E115	1.628 gr/cm ³ ; 22.35%	1.623 gr/cm ³ ; 22.93%	1.620 gr/cm ³ ; 22.27%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. a 0.1"	MTC E 132	4.20%	4.70%	5.40%
Expansión	MTC E 132	0.42%	1.12%	1.16%

La aplicación de fibras PET incrementó el CBR del suelo arcilloso con una dosificación de 12% del peso seco del suelo arcillosos y redujo porcentualmente la expansión en un 74.14%.

Tabla N°9: CBR, suelo arcilloso más adición de fibras PET molidas.

ENSAYOS	NORMAS	C-01	C-02	C-03
CBR. Para el 95% de la M.D.S a 0.1"	MTC E 132	9.30%	7.90%	7.50%
Expansión	MTC E 132	0.42%	0.86%	0.86%

En la figura 5, en la muestra C-01 se concluyó que el CBR del suelo arcilloso de alta plasticidad es de 4.20% que está en la categoría S1: Subrasante insuficiente, cuando adicionamos las fibras PET molidas el CBR incrementa a un 9.30% lo que nos indica que está en la categoría S2: Subrasante regular.

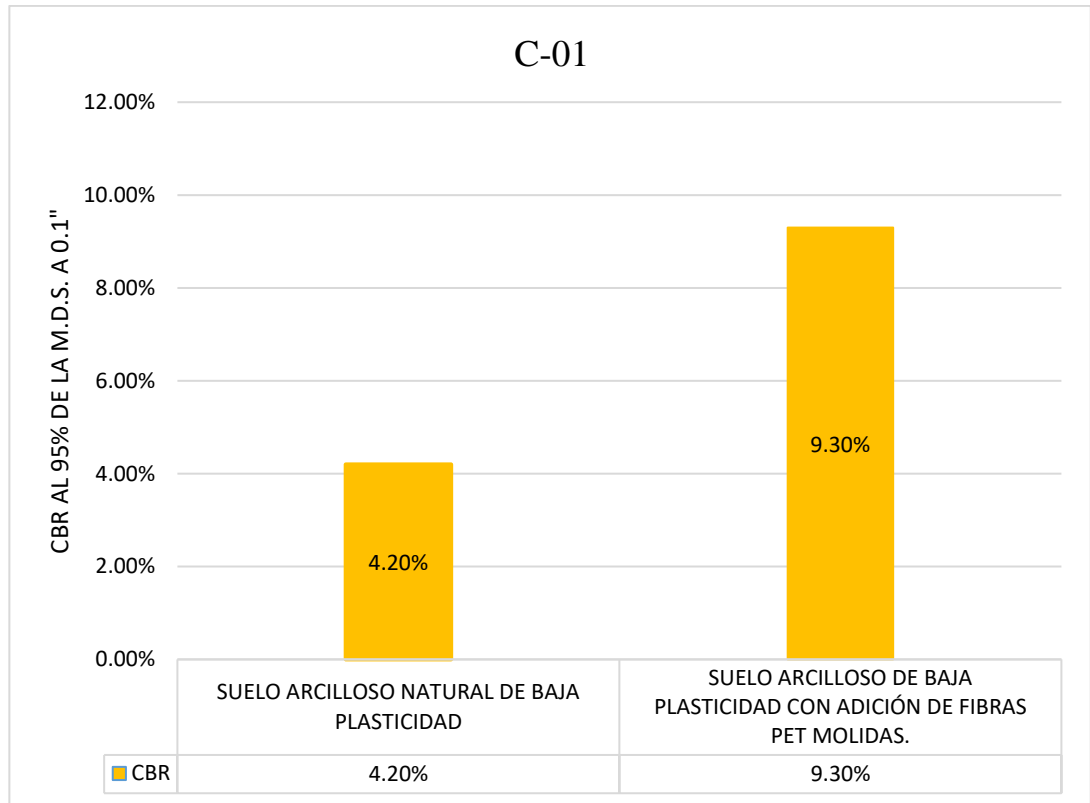


Figura N°5: CBR en suelo natural y con adición de fibras PET molidas de la calicata C-01, Km 0+000.

En la figura 6, en la muestra C-02 se concluyó que el CBR del suelo arcilloso de alta plasticidad es de 4.70% que está en la categoría S1: Subrasante insuficiente, cuando se adiciona las fibras PET molidas el CBR se incrementa a 7.90% que indica que está en la categoría S2: Subrasante regular.

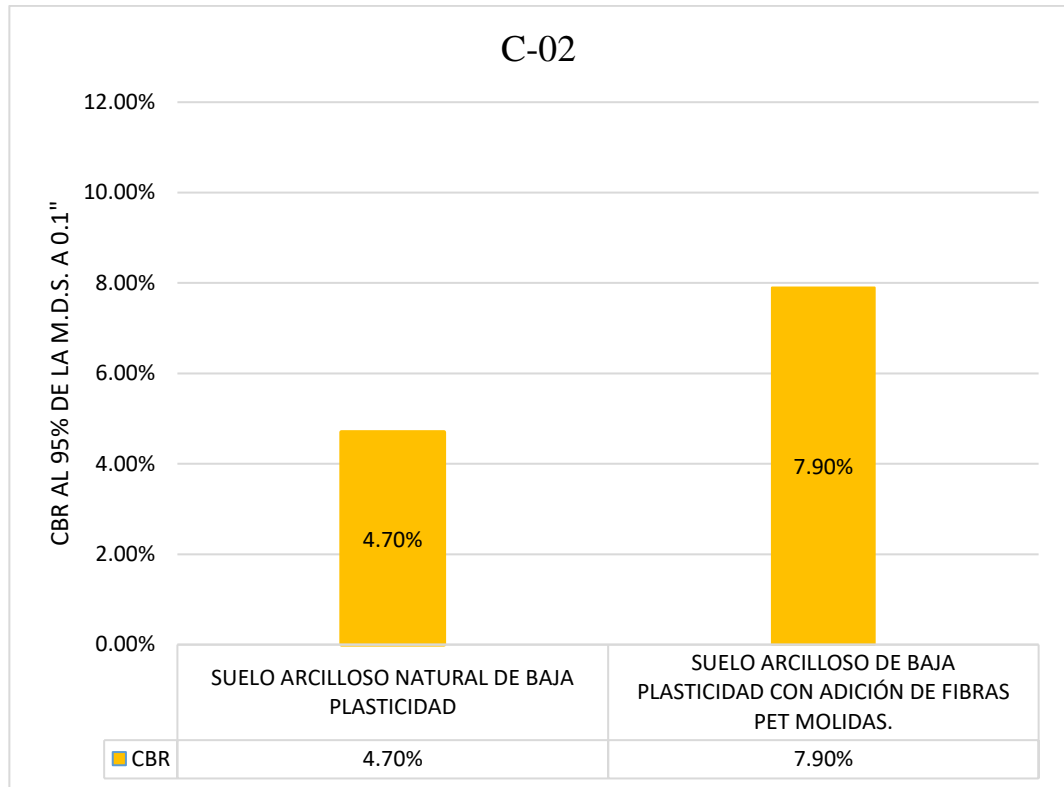


Figura N°6: CBR en suelo natural y con adición de fibras PET molidas de la calicata C-02, Km 0+500.

En la figura 7, en la muestra C-03 se concluyó que el CBR del suelo arcilloso de alta plasticidad es de 5.40% que está en la categoría S1: Subrasante insuficiente, cuando se adicionamos las fibras PET molidas el CBR se incrementa a 7.50% que nos indica que está en la categoría S2: Subrasante Regular.

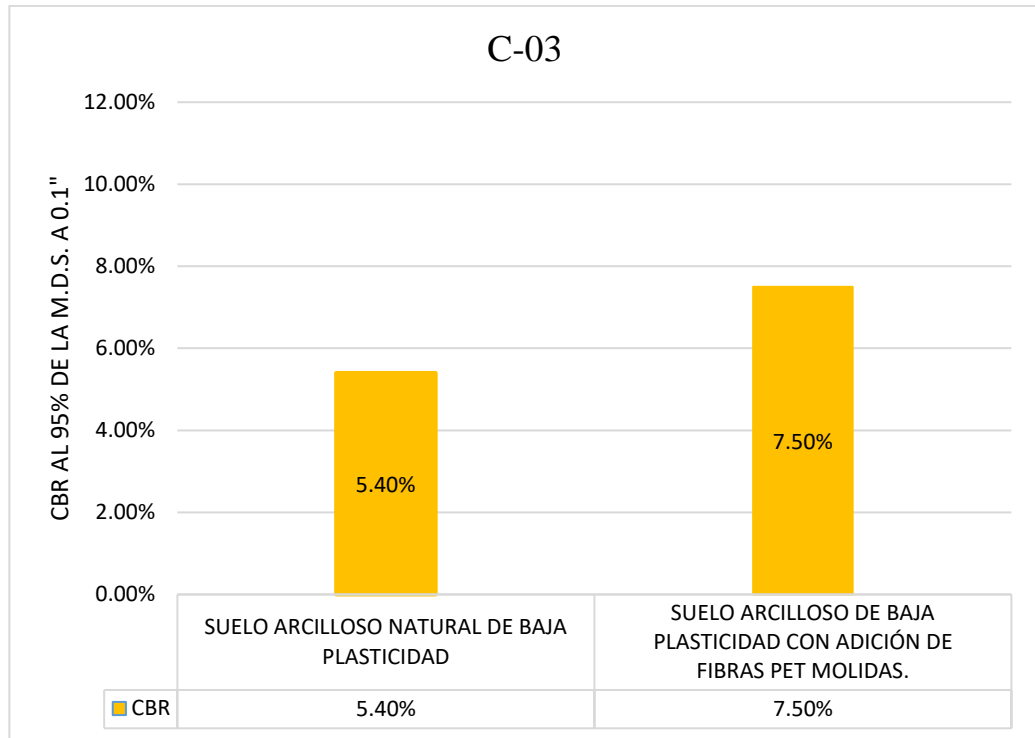


Figura N°7: CBR en el suelo natural y con adición de fibras PET molidas de la calicata C-03, Km 1+000.

4.2. Propiedades físicas que se utilizan en la capacidad portante del suelo a nivel de subrasante.

4.2.1. Análisis granulométrico.

El análisis granulométrico se realizó para la clasificación del suelo, en la tabla N° 10 se muestra el porcentaje pasante de cada malla para las 3 muestras obtenidas.

Tabla N°10: Resultado granulométrico del suelo arcilloso.

MALLA		PORCENTAJE QUE PASA		
Tamiz	(mm)	C-01 (%)	C-02 (%)	C-03 (%)
3"	75.0	100	100	100
2"	50.0	100	100	100
1 1/2"	37.5	100	100	100
1"	25.0	100	100	100
3/4"	19.0	100	100	96
3/8"	9.50	100	100	94
N° 4	4.75	100	100	92
N° 10	2.00	99	100	90
N° 20	0.850	96	98	85
N° 40	0.425	92	95	79
N° 60	0.250	89	91	73
N° 100	0.150	85	84	67
N° 140	0.106	82	76	63
N° 200	0.075	80	71	61

Según el (MTC, 2014), “Las gravas tienen la proporción de resistencia al corte, las arenas ocupan los vacíos entre las gravas y las partículas finas aportan a la cohesión del suelo”.

Tabla N°11: Porcentaje de distribución granulométrica.

SUELO	C-01	C-02	C-03
Grava 3" - N° 4	0	0	8.2
Arena N°4 - N° 200	19.8	29.1	31.2
Finos < N° 200	80.2	70.9	60.6

Figura N°8: Curva granulométrica de C-01.

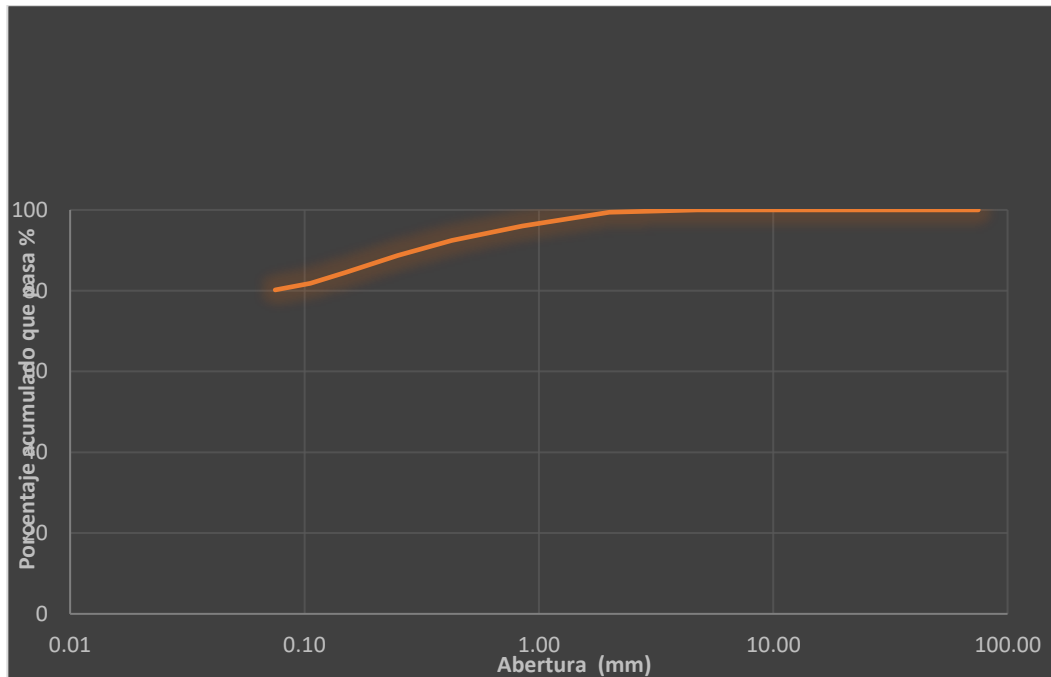


Figura N°9: Curva granulométrica de C-02.

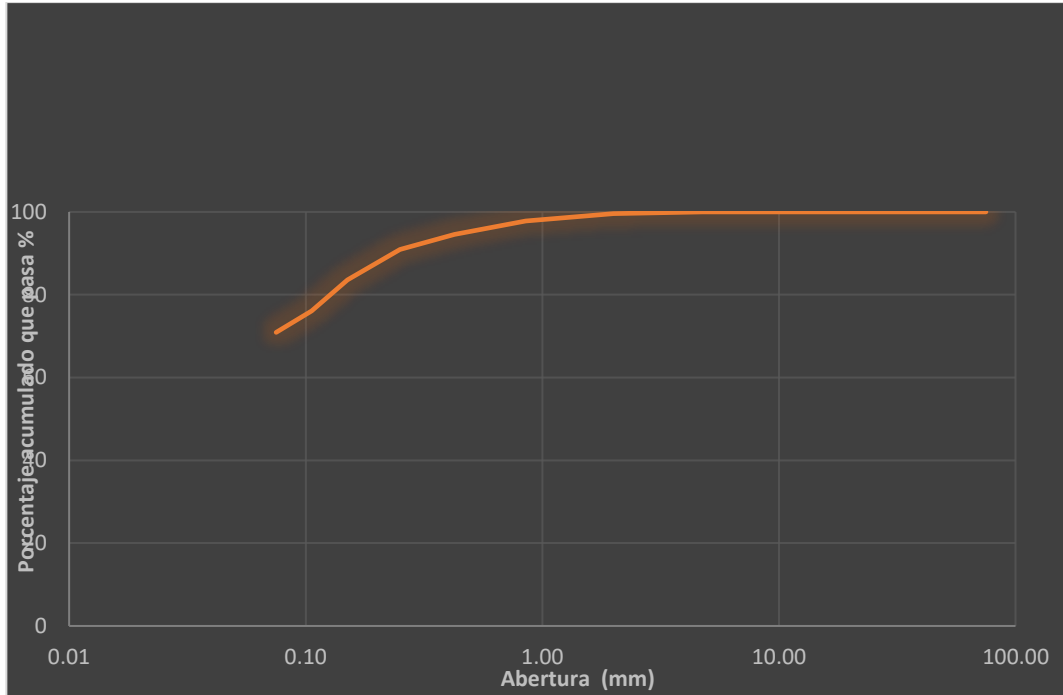
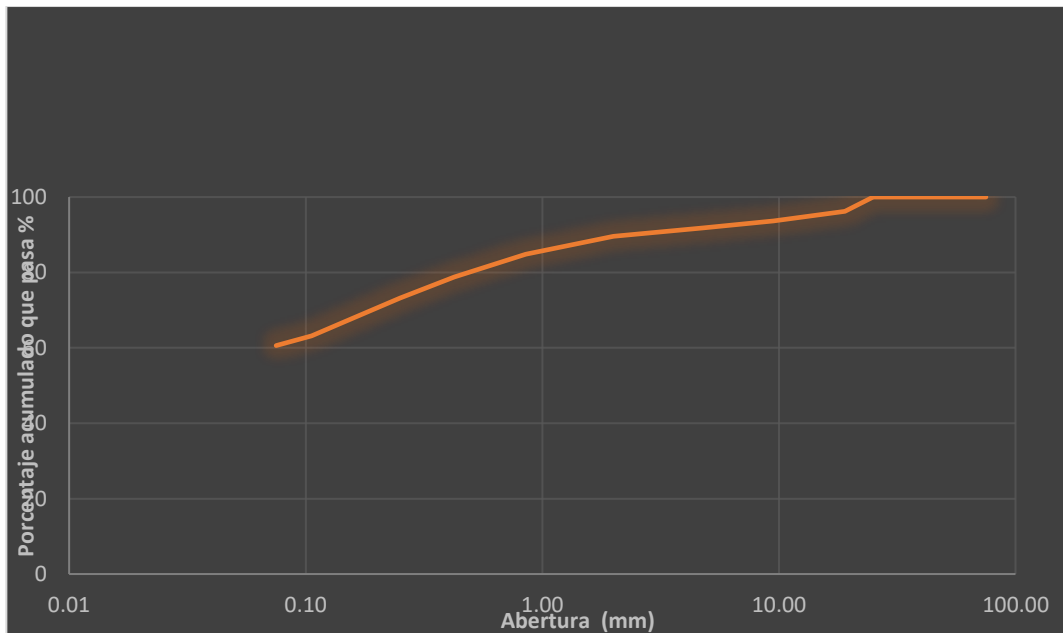


Figura N°10: Curva granulométrica C-03



4.2.2. Contenido de humedad.

Según el (MTC, 2014), “Si la humedad natural resulta igual o inferior a la humedad óptima, se propondrá la compactación normal del suelo y el aporte de la cantidad conveniente de agua. Si la humedad natural es superior a la humedad óptima, se propondrá aumentar la energía de compactación y reemplazar el material saturado”.

Tabla N°12: Resultados de contenido de humedad.

CALICATA	MUESTRA	PROGRESIVA	CONTENIDO DE HUMEDAD	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
C-01	M-01	km. 0+000	31%	22.35%
C-02	M-01	km. 0+500	32%	22.96%
C-03	M-01	km. 1+000	34%	22.57%

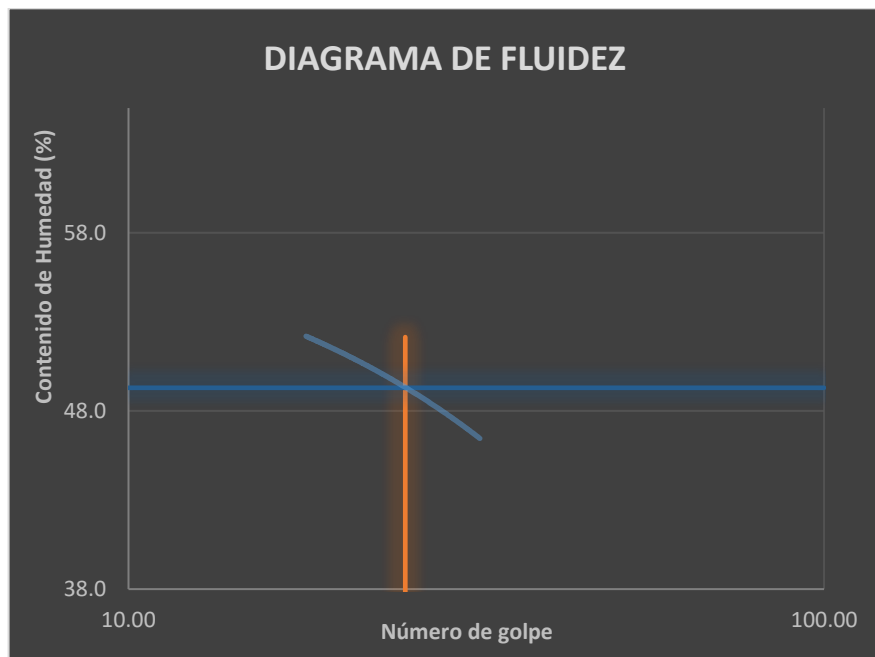
4.2.3. Límites de Attemberg (Líquido, plástico e índice de plasticidad)

Los datos de estos ensayos son muy importantes para la clasificación del suelo y en el caso que el suelo necesite un mejoramiento ayuda a ver qué tipo de estabilización podría requerir el suelo. En la tabla N° 13 encontramos el resumen de los límites de Atterberg.

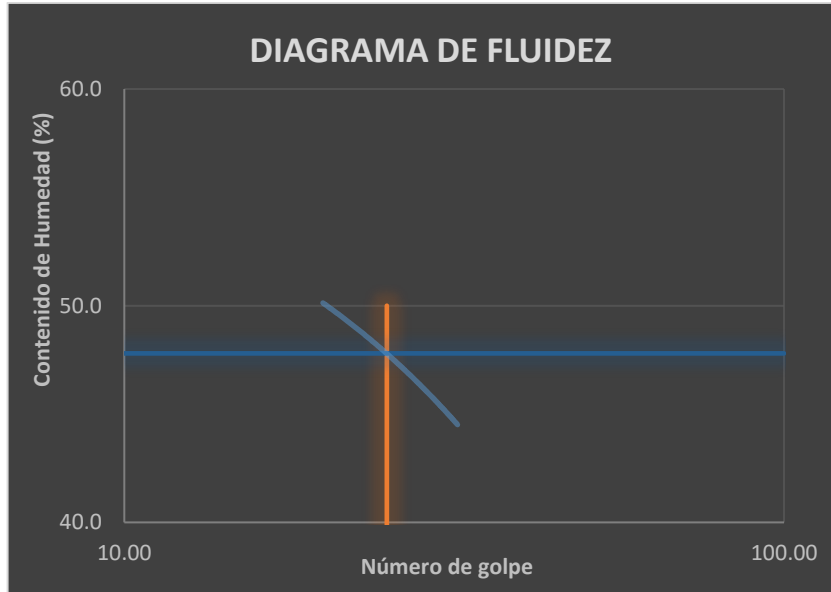
Tabla N°13: Resultados de los límites de Atterberg.

CALICATA	MUESTRA	PROGRESIVA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C-01	M-01	KM. 0+000	48%	25%	23%
C-02	M-01	KM. 0+500	49%	27%	22%
C-03	M-01	KM. 1+000	55%	25%	30%

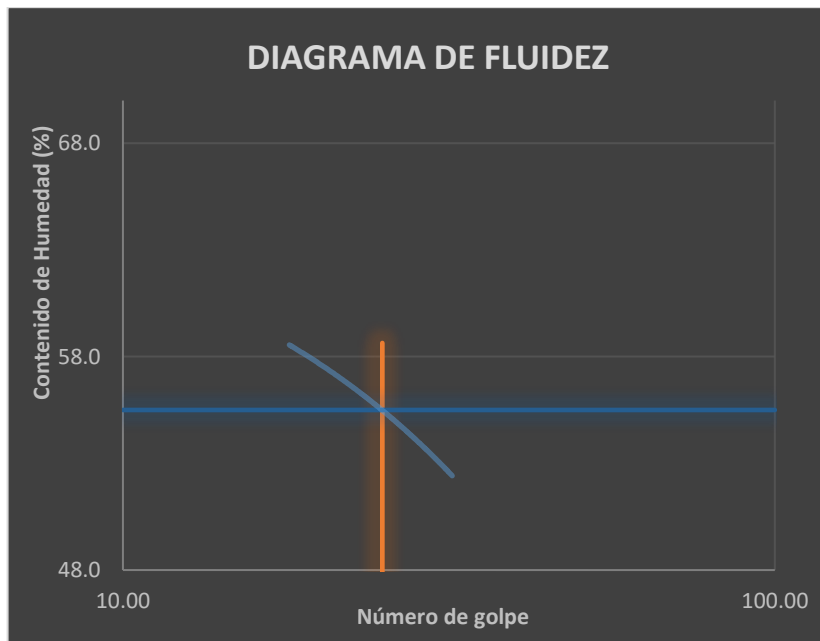
Figura N°11: Límite líquido (a), (b) y (c) de as calicatas C-01, C-02 y C-03 respectivamente.



(a)



(b)



(c)

4.2.4. Clasificación SUCS.

En la clasificación SUCS se consideró la granulometría y sus características. En la tabla N° 14 encontraremos un resumen del SUCS.

Tabla N°14: Resumen del SUCS.

CALICATA	C-01	C-02	C-03
PROF. (m)	1.5	1.5	1.5
MUESTRA	M-01	M-01	M-01
PROGRESIVA (Km)	0+000	0+500	1+000
Grava 3" - N° 4:	0%	0%	8.20%
Arena N° 4 - N° 200:	19.80%	29.10%	31.20%
Finos < N° 200:	80.20%	70.90%	60.60%
Límite Líquido	48%	49%	55%
Índice plástico	23%	22%	30%
Clasificación SUCS	CL	CL	CH
Denominación	Arcilla de baja plasticidad con arena.	Arcilla de baja plasticidad con arena	Arcilla arenosa de alta plasticidad

4.2.5. Clasificación AASHTO.

La granulometría que se consideró para la clasificación AASHTO son las pasantes la malla N° 10, N° 40 y N° 200; características plásticas y índice de grupo.

Tabla N°15: Calcificación AASHTO de las calicatas C-01, C-02 y C-

03.

CALICATA	C-01	C-02	C-03
PROF. (m)	1.5	1.5	1.5
MUESTRA	M-01	M-01	M-01
PROGRESIVA (Km)	0+000	0+500	1+000
PORCENTAJE QUE PASA N°10 (2 mm)	99%	100%	90.0%
PORCENTAJE QUE PASA N°40 (0.425 mm)	92%	95%	79%
PORCENTAJE QUE PASA N°200 (0.075 mm)	80%	71%	61%
Límite Líquido (LL)	48%	49%	55%
Índice plástico (IP)	23%	22%	30%
Índice de Grupo (IG)	15	14	15
Clasificación AASHTO	A-7-6	A-7-6	A-7-6
Denominación	Suelos arcillosos	suelo arcilloso	Suelo arcilloso

4.3. Efectos de las fibras PET en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.

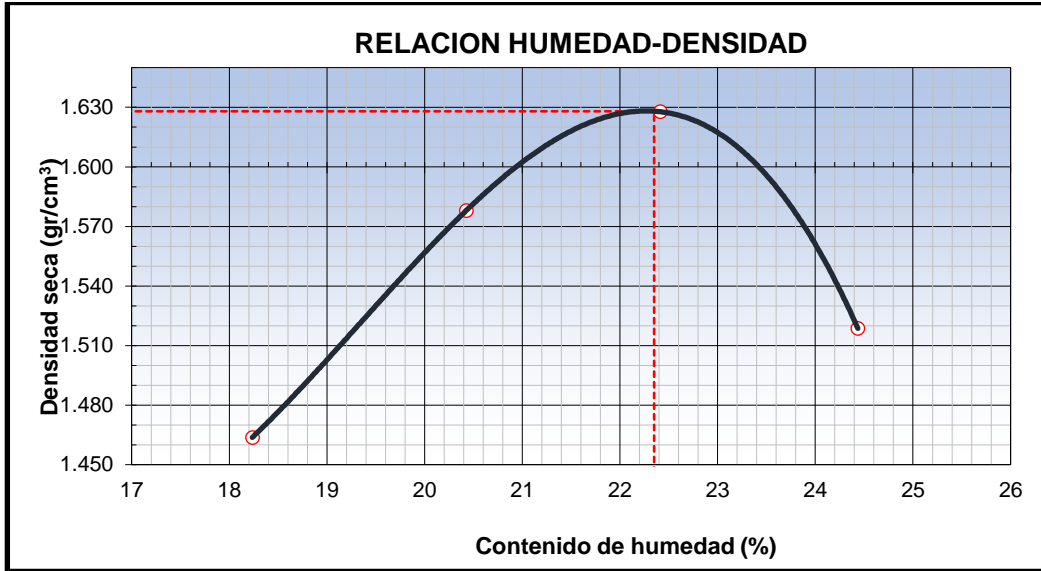
4.3.1. Ensayo de Proctor Modificado

Se halló la relación contenida de humedad y peso específico seco (curva de compactación), donde se determina la humedad óptima y la densidad máxima seca.

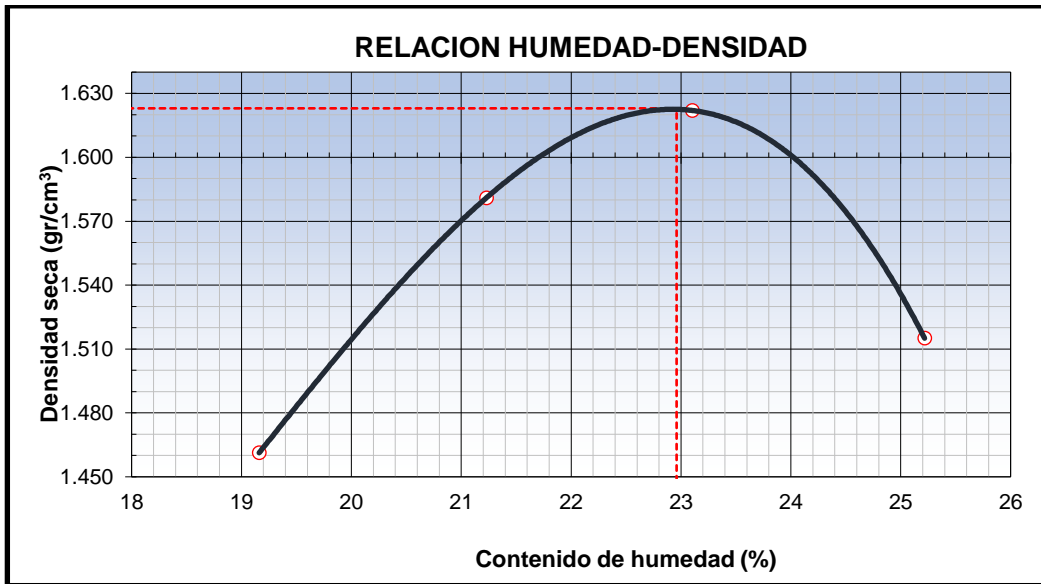
Tabla N°16: Resultados del ensayo de proctor modificado.

CALICATA	MUESTRA	PROGRESIVA	HUMEDAD ÓPTIMA	DENSIDAD	
				MÁXIMA	SECA
C-01	M-01	km. 0+000	22.35%	1.628	
C-02	M-01	km. 0+500	22.96%	1.623	
C-03	M-01	km. 1+000	22.57%	1.62	

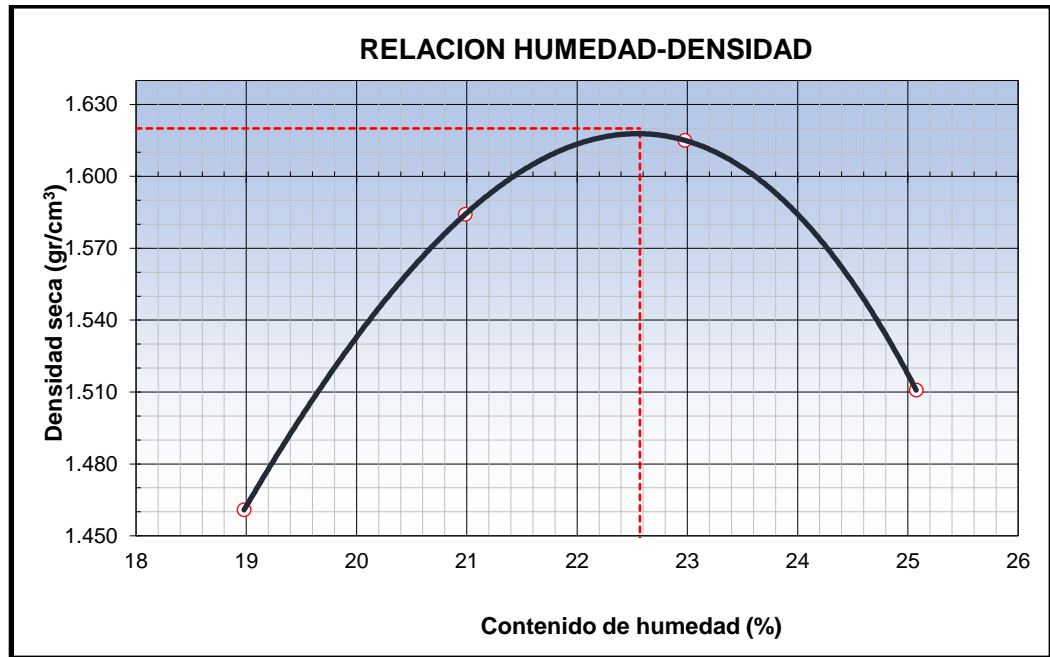
Figura N°12: Curva de la humedad vs Densidad (a), (b) y (c) que son de las calicatas C-01, C-02 y C-03 respectivamente.



(a)



(b)



(c)

4.3.2. CBR (California Bearing Ratio).

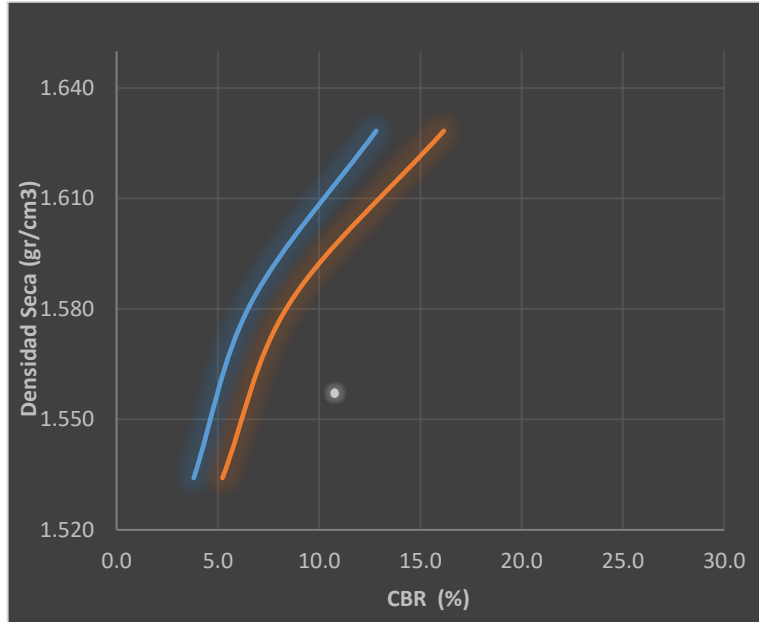
El CBR se para evaluación de la capacidad de soporte de los suelos de la subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado.

4.3.3. Subrasante suelo natural

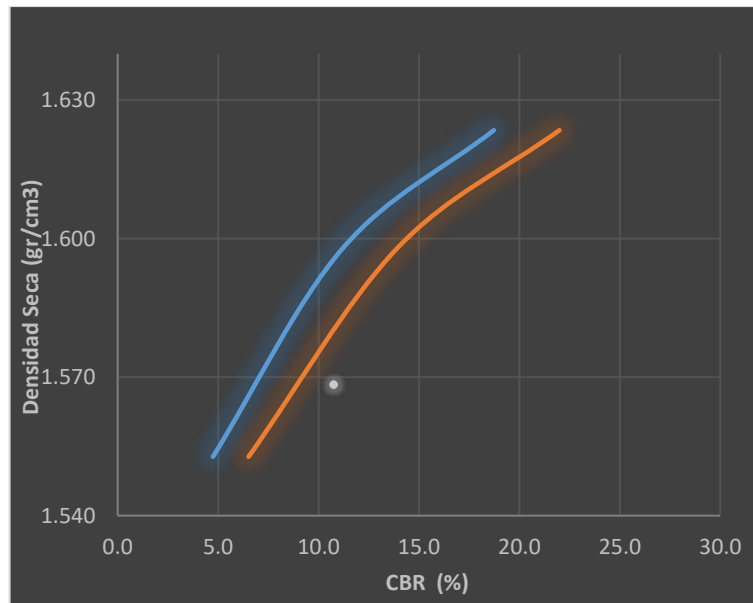
Tabla N°17: Resultados de CBR.

CALICATA	MUESTRA	PROGRESIVA (KM)	PENETRACIÓN 0.1"		EXPANSIÓN
			100% M.D.S.	95% M.D.S.	
C-01	M-01	0+000	12.7%	4.2%	0.42%
C-02	M-01	0+500	18.8%	4.7%	1.12%
C-03	M-01	1+000	18.4%	5.4%	1.16%

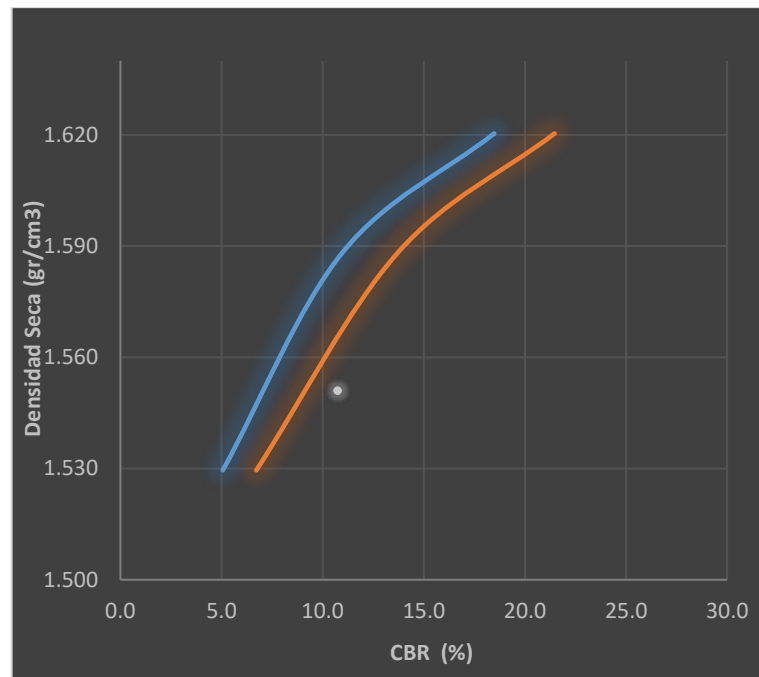
Figura N°13: Curva densidad seca vs CBR (a), (b) y (c) de las calicatas C-01, C-02 y C-03 respectivamente.



(a)



(b)



(c)

4.4. Dosificación de las fibras PET molidas como adición para el mejoramiento de la subrasante.

4.4.1. Subrasante más Fibras PET molida

Los ensayos de CBR que se realizaron fueron con siguientes proporciones de fibras PET molida: 6%, 10% y 12% del peso seco del suelo.

**Tabla N°18: Resultados de los ensayos del terreno de la subrasante
con fibras PET.**

ADICIÓN	PENETRACIÓN 0.1"		EXPANSIÓN
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	
6%	8.25%	6.35%	0.98%
6%	8.15%	6.20%	1.00%
6%	8.25%	6.42%	1.02%
10%	9.70%	6.40%	0.72%
10%	9.60%	6.60%	0.74%
10%	9.90%	6.40%	0.69%
12%	21.60%	9.30%	0.42%
12%	23.80%	7.90%	0.86%
12%	21.20%	7.50%	0.86%

4.4.2. Aplicación de la estadística

El estudio estadístico es extraer conclusiones acerca de la naturaleza de una población.

**Tabla N°19: Datos estadísticos de la subrasante con 6% de fibras
PET.**

DESCRIPCIÓN	100% M.D.S	95% M.D.S	EXPANSIÓN (%)
Cantidad de datos	3	3	3
Media aritmética	8.22%	6.32%	1.02%
Desviación estándar	0.040	0.11	0.057
Varianza	0.002	0.13	0.003
Coefficiente de variación	0.57%	1.45%	4.24%
Mediana	8.25%	6.35%	1.00%
Rango	0.10%	0.22%	0.04%

**Tabla N°20: Datos estadísticos de la subrasante con 10% de fibras
PET.**

DESCRIPCIÓN	100% M.D.S	95% M.D.S	EXPANSIÓN (%)
Cantidad de datos	3	3	3
Media aritmética	9.73%	6.47%	0.72%
Desviación estándar	0.04	0.115	0.152
Varianza	0.002	0.013	0.023
Coefficiente de variación	1.28%	1.46%	2.87%

Mediana	9.70%	6.40%	0.72%
Rango	0.30%	0.20%	0.05%

Tabla N°21: Datos estadísticos de la subrasante con 12% de fibras PET.

DESCRIPCIÓN	100% M.D.S	95% M.D.S	EXPANSIÓN (%)
Cantidad de datos	3	3	3
Media aritmética	22.20%	8.23%	0.71%
Desviación estándar	0.014	0.009	0.003
Varianza	0.0002	0.00009	0.000006
Coefficiente de variación	0.06%	0.11%	0.36%
Mediana	21.6%	7.9%	0.86%
Rango	2.6%	1.8%	0.44%

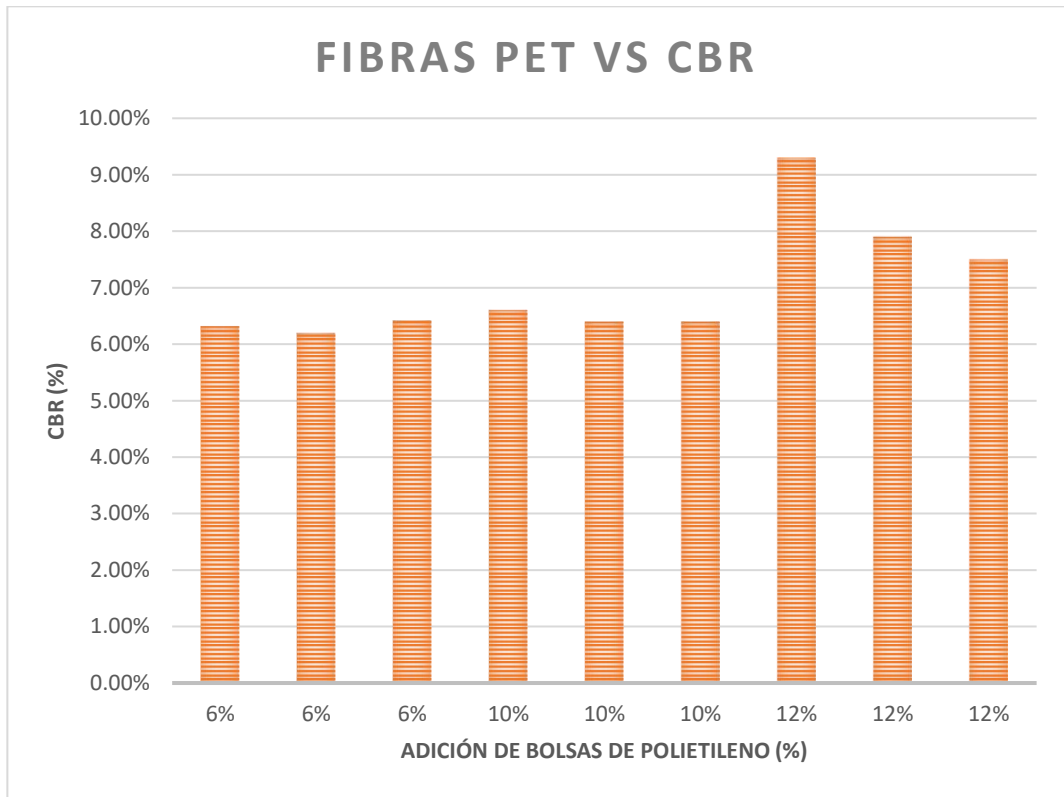
4.4.3. Promedio aritmético

En la tabla N° 22 se resumen el promedio aritmético de los valores del CBR, expansión. Para los distintos porcentajes de adición de fibras PET según el peso seco del suelo.

Tabla N°22: Promedio aritmético de los valores de CBR y expansión.

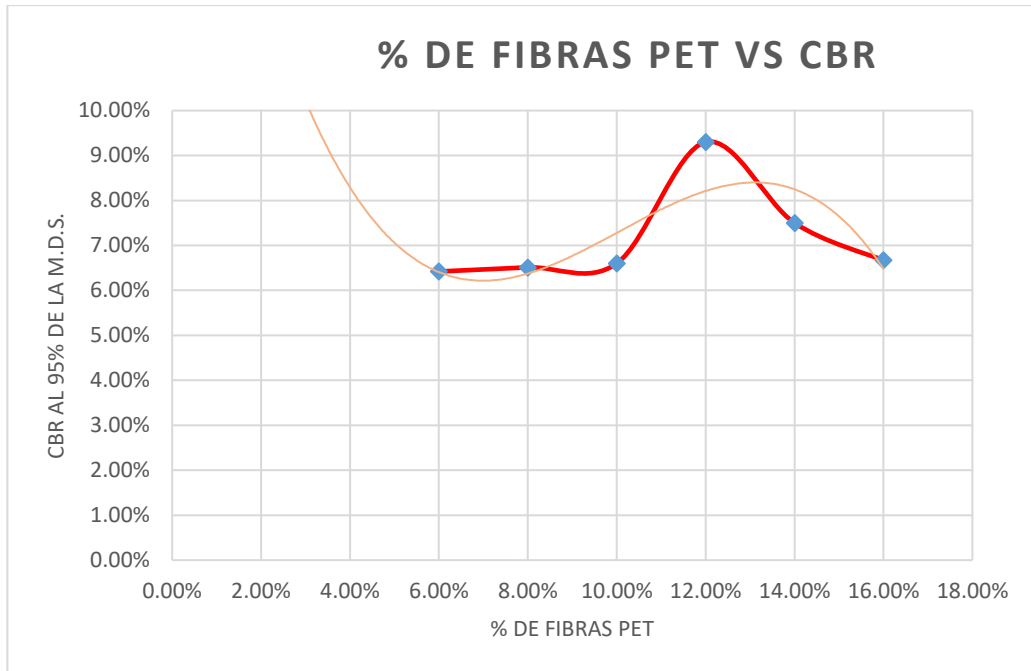
ADICIÓN	PENETRACIÓN		EXPANSIÓN
	100% M.D.S.	95% M.D.S.	
6%	8.22%	6.32%	1.02%
10%	10.48%	7.13%	0.77%
12%	22.20%	8.23%	0.71%

Figura N°14: Histograma de porcentaje de adición de fibras PET vs CBR.



En la figura 15 se observa que la curva crece y decrece, teniendo un punto máximo que nos indica que la dosificación más óptima es al 12% y un CBR al 9.3% al 95% de la máxima densidad seca.

Figura N°15: Dosificación más óptima.



4.5. Prueba de hipótesis.

4.5.1. Hipótesis específica A:

La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

H01: La aplicación de fibras PET no produce una mejora significativa en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

H11: La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Para probar esta hipótesis fue necesario aplicar el método estadístico R de Pearson con ayuda del software SPSS; los resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla N°23: Correlación del método estadístico R de Pearson para las propiedades físicas.

Cantidad de fibras PET	Grava	Arena	Finos	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
Correlación	0.837	0.996**	0.991**	0.921*	-0.862	-0.588
Sig. (bilateral)	0.07	0	0.001	0.022	0.053	0.288
N	5	5	5	5	5	5

“**La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2colas)”.

“*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (2colas)”.

Tabla N°24: Valores R de Pearson

Valor R	Interpretación
-1.00	Correlación negativa perfecta
-0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.75	Correlación negativa considerable
-0.50	Correlación negativa media
-0.25	Correlación negativa débil
-0.10	Correlación negativa muy débil
0.00	No existe correlación
0.10	Correlación positiva muy débil
0.25	Correlación positiva muy débil
0.50	Correlación positiva media
0.75	Correlación positiva considerable
0.90	Correlación positiva muy fuerte
1.00	Correlación positiva Perfecta

Se observa en la tabla N° 23, si hay una relación entre la cantidad de fibras PET y la cantidad de grava, arena, finos, límites líquidos y límite plástico, presenta valores absolutos de R mayores a 0.837, que puede clasificarse como correlaciones muy fuertes; dejando solo al índice de plasticidad con un valor absoluto de 0.588, por tanto solo se clasifica como una correlación media.

De esta forma vemos que, si produce una mejora significativa en las propiedades físicas del suelo de la subrasante, sobre todo en las arenas, los finos y el límite líquido, ya que el valor significativo obtenido fue menor a 0.05; lo cual se acepta la hipótesis alterna.

4.5.2. **Hipótesis específica B:**

La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa

Para el desarrollo de la prueba N° 2 se tomó en cuenta las siguientes preposiciones:

H02: La aplicación de fibras PET no produce un mejoramiento significativo en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

H12: La aplicación de fibras PET produce un mejoramiento significativo en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Tabla N°25: Correlación del método estadístico R de Pearson para las propiedades mecánicas.

Cantidades de Fibras PET	OCH	MDS	CBR AL 95%	CBR al 100%
Correlación	- 0.902*	0.982**	0.938*	0.939*
Sig. (bilateral)	0.036	0.004	0.017	0.024
N	5	5	5	5

“**La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2colas)”.

“*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (2colas)”.

La tabla N° 25 se verificar que existe correlación entre la cantidad de fibras PET y las propiedades mecánicas de la subrasante, pues el valor absoluto de R 0.905 en la cual según la tabla N° 24 indica que es una correlación alta.

Se menciona que las propiedades analizadas son menores a 0.05, por lo que se menciona que la cantidad de fibras PET mejora significativamente en las propiedades mecánicas del suelo; aceptando la hipótesis alterna.

4.5.3. Hipótesis específica C:

“La incorporación de fibras PET optimiza la dosificación en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa”.

Para la prueba N° 3 se ha considerada las siguientes preposiciones:

H03: La aplicación de fibras PET no optimiza la dosificación en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

H13: La aplicación de fibras PET optimiza la dosificación en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Tabla N°26: Correlación del método estadístico R de Pearson para la dosificación de fibras PET.

SUELO NATURAL	DOSIFICACIÓN DE FIBRAS PET
Correlación de Pearson	0.952*
Sig. (bilateral)	0.004
N	5

“**La correlación es significativa en el nivel 0.01 (2colas)”.

“*La correlación es significativa en el nivel 0.05 (2colas)”.

En la tabla N° 26 se puede verificar que existe una correlación entre suelo natural y la cantidad de fibras PET, pues el valor de R es

Es dable mencionar también que la significancia de las dosificaciones de fibras PET es menor a 0.05, por lo que se puede mencionar que la dosificación de fibras PET mejora significativamente la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso; aceptando la hipótesis alterna.

4.5.4. Prueba de hipótesis general

De los resultados obtenidos se establece que la aplicación que las fibras PET mejora la resistencia en la subrasante, observando mejoras representativas de las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Resultado de la aplicación de fibras PET en el mejoramiento de la resistencia en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

De los resultados obtenidos en la investigación las clasificaciones son de un suelo arcilloso, se observa que en las calicatas estudiadas una de ellas presenta un porcentaje mínimo de gravas en su composición, por lo que clasificación SUCS nos da CL, CL y CH, con humedad alta de 31%, 32% y 34%; con respecto al proctor vemos que tenemos densidad máxima de 1.628 gr/cm³, 1.623 gr/cm³ y 1.620 gr/cm³; con humedad óptima de 22.35%, 22.96% y 22.57% respectivamente, al realizar la aplicación de las fibras PET vemos en la muestra que la MDS al 95 % de CBR va subiendo y la expansión va disminuyendo, obteniendo así un CBR mayor a 6% y menor al 10% de la M.D.S. al 95%, categorizándolo según el MTC como un S2: Subrasante regular.

De manera similar (FLORES LEÓN, 2019) obtuvieron como conclusión encontrados a nivel de subrasante arcillas de baja plasticidad CL con un contenido de humedad 11.11%, luego a ver obtenido las características de los ensayos naturales como subrasante, se encontró como resultado de proctor una máxima densidad seca de 1.844 g/cm³ con un óptimo contenido de humedad de 14.1% y con una relación al CBR de densidad máxima seca al

95% y 100% siendo estos 16.9% y 20.23% clasificando a la calidad de la subrasante como buena.

5.2. Mejora significativa de la aplicación de fibras PET en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Se concluyó que los ensayos obtenidos en el laboratorio las propiedades físicas del suelo determinaron un suelo arcilloso de alta plasticidad, pasando por la malla N° 200 más del 60% según la norma ASTM D6913, obteniendo como resultados: “Limite liquido 48, 49 y 55 %, limite plástico 25,27 y 25% e índice de plasticidad 23, 22 y 30 respectivamente. Al aplicar las fibras PET reducen y mejora de una manera significativa la subrasante ya que la humedad óptima según el proctor disminuye y baja su plasticidad”.

Vemos que según (RUIZ MARTÍNEZ, 2021), en su investigación concluye: “Que las bolsas de polietileno fundido reciclado estabilizan la subrasante de la carretera Yanacancha a Laive Vista alegre, pues mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo, donde según su dosificación optima el 4% de BPF logra una disminución del índice de plasticidad 8.26% y un incremento de CBR en 14.39%”.

5.3. Mejora significativa que produce las fibras PET en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Para evaluar las fibras PET en las propiedades mecánicas, se ha considerado: la máxima densidad seca, óptimo contenido de humedad del proctor, el índice de CBR y la expansión de las 3 muestras.

Como resultado del proctor en suelo natural tenemos como densidad máxima 1.628 gr/cm³, 1.623 gr/cm³ y 1.620 gr/cm³; de humedad óptima 22.35, 22.96, 22.57 % respectivamente; en el CBR al 95% de su M.D.S 0.1”, tenemos 4.2, 4.7, 5.4% con expansión de 0.42, 1.12 y 1.16 % respectivamente.

Resultados aplicando las fibras PET en el proctor como densidad máxima tenemos, 1.563, 1.552 y 1.554 gr/cm³; de humedad óptima se tiene 19, 18.80 y 20% respectivamente; el CBR aplicando las fibras PET al 95% de la D.M.S. 0.1”, tenemos como resultados 9.3, 7.9 y 7.5 % con expansión de 0.42, 0.86 y 0.86 % respectivamente.

Sin embargo, vemos en los resultados que al aplicar las fibras PET el índice de resistencia aumenta en un 42.90% de una manera significativa en el CBR, la fibra PET ayuda a que la subrasante tenga una mejor resistencia, según el MTC los resultados se categorizan en una subrasante regular.

Según (CARVAJAL YATE , y otros, 2019), en su investigación nos dice: “Que el suelo arcilloso mejorado con fibras PET tiene una resistencia de 1.9%, al ser sometidos a ensayos de laboratorio el suelo mejoro 0.3% de sus comparación natural con 1.6% de resistencia, y define que el suelo arcilloso tuvo un mejoramiento óptimo adicionando las fibras PET de 0.3%,

considerado que las fibras PET mejora el suelo, pero no cumple con el requisito que exige la norma I.N.V.E – 148. Art.220 el cual especifica que el porcentaje mínimo del CBR para los suelos adecuados debe ser mayor a 5%”.

5.4. Optimización de la dosificación de fibras PET en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.

Con respecto a los ensayos en las 3 dosificaciones que se realizó la aplicación de fibras PET el contenido de humedad va disminuyendo y la densidad máxima va aumentando, teniendo como dosificación el 6%, 10% y 12% de las fibras PET logrando un aumento del CBR en la dosificación optima del 12% de fibras PET en promedio de 42.90% de la M.D.S. al 95% del CBR.

Según (LEIVA GONZALES, 2016), “Nos dice en su investigación que las bolsas de polietileno influyen en el mejoramiento de la subrasante, donde realizaron distintas dosificaciones que son de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% logrando un aumento de CBR en promedio de 7.98%, superior permisible, con adición de polímeros reciclados como bolsas de polietileno fundido en forma de grumos, viendo la mejoría de las propiedades físicas y mecánicas”.

CONCLUSIONES

1. Las fibras PET afecta en el mejoramiento significativo de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa, se realizó distintas dosificaciones al 6%, 10% y 12% logrando un aumento óptimo en el 12% de fibras PET en el CBR así aumentando en un 9.3% MDS al 95%, superior al permisible.
2. Con las fibras PET si mejoran las propiedades físicas, se vio que la muestra de las progresivas KM 0+000 – KM 0+500 Y KM 0+500 – KM 1+000 se encontraron demasiadas cantidades de arcilla. El problema es que la subrasante es un suelo plástico y de mala granulometría, al adicionar las fibras PET el suelo hace que tenga mayor fricción y también hace que tenga mayor resistencia.
3. Las fibras PET muestran que incrementa los resultados en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa, se observa un incremento de 9.3 %, 7.9% y 7.5% de la máxima densidad seca cuando se aplica las fibras PET en 12% de su dosificación óptima.
4. En el CBR de la muestra obtiene como resultado 5.4% al 95% de la máxima densidad seca y al aplicar las fibras PET al 12% del peso del suelo seco, se incrementó a un 9.3% al 95% de la máxima densidad seca, de esa

forma mejorando la resistencia del suelo y reduciendo la expansión en porcentualmente.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda según los resultados obtenidos de la aplicación de fibras PET en concentraciones mayores de 6% para suelos de tipo CL y CH; estas cumplen los requerimientos para la subrasante establecidas por el MTC, sin embargo, se debe tener en cuenta que son fibras PET molidas y requiere de una cantidad alta.

- 2.** Es importante contar con un análisis, así poder conocer las propiedades físicas del suelo y elegir la dosificación apropiada de los usos de fibras PET y si es necesaria; así reducir los altos índices de plasticidad en al caso de las arcillas.

- 3.** En los resultados la aplicación de fibras PET en el suelo arcilloso mejora aceptablemente las propiedades, teniendo como usos confiables el 12.% de fibras PET en la subrasante, ya que el CBR del suelo puede incrementarse de una forma significativa.

- 4.** Se recomienda para carretera minimizar el movimiento de tierras por el incremento de costos, es por eso optar por el método de estabilizar. Para determinar el porcentaje óptimo del suelo con la aplicación de las fibras PET, se recomienda realizar ensayos de CBR con las fibras PET al 6%, 10% y 12% con respecto a los pesos seco del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÀFICAS

CALDERÒN RAMÌREZ, Jahir Leonardo y VELOSA HERNÀNDEZ, Marìa alejandra. 2017. *Anàlisis de resistencia a la compresiòn inconfinada y durabilidad de un su suelo arcilloso estabilizado con cal adicionando fibras de material no biodegradable, polietileno de alta densidad (polisombra) reciclada.* Colombia : Universidad de la Salle Bogotá, 2017.

CARVAJAL YATE , Alejandra Marcela y GARZON NOVOA , Rafael Esteban. 2019. *Evaluaciòn de la resistencia de un suelo areno arcilloso con refuerzos defibras PET.* Colombia : Universidad Piloto de Colombia, 2019.

ENRIQUEZ TORRES, Jhon Jahndy. 2021. *Aplicaciòn de tereftalato de polietileno como estabilizador de suelo para subrasante.* Huancayo : s.n., 2021.

FLORES LEÓN, Pola Imelda. 2019. *Evaluaciòn de la adiciòn de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el àrea de estacionamiento de la clínica USAT, 2018-2019.* Chiclayo : Universidad Catòlica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.

GAVILANES BAYAS, Erick Giovanni. 2015. *Estabilizaciòn y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur.* Quito : Universidad Internacional del Ecuador, 2015.

GIL CARBONELL, Erick Robinson y NUÑEZ QUINTANA, Hèrnan Martín. 2018. *Influencia de la adiciòn de fibras de PET reciclado sobre la resistencia, cohesiòn y àngulo de fricciòn interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes.* Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2018.

GONZALES PORTOCARRERO, Frans y LOZANO RENGIFO, Alexi Remil. 2020. *“Diseño de una subrasante, aplicando plástico reciclado PET para mejorar la capacidad de carga, del Sector Santa Ana 2020”*. Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2020.

LEIVA GONZALES, Roly Roberth. 2016. *Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción*. Huancayo : Universidad Nacional Centro del Perú, 2016.

MENDEZ ROSAS, George Brayan. 2020. *Influencia de la dosificación de fibras de polietileno tereftalato, sobre el índice de Cbr y comprensión simple de un suelo arcilloso aplicado a sub rasantes*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2020.

—. **2020.** *Influencia de la dosificación de fibras de polietileno tereftalato, sobre el índice de Cbr y comprensión simple de un suelo arcilloso*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2020.

—. **2020.** *Influencia de la dosificación de fibras de polietileno tereftalato, sobre el índice de Cbr y comprensión simple de un suelo arcilloso*. Trujillo : Universidad Nacional de Trujillo, 2020.

MORE GARCÍA, Sandra Melisa y YDROGO GONZÁLES, Estela del Carmen. 2019. *“Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa, 2019”*. Tarapoto : Universidad Cesar Vallejo, 2019.

MTC. 2014. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (Sección suelos y pavimentos)*. Lima - Perú : Ministerio de Transporte y Comunicaciones., 2014.

RAMÍREZ TRIVIÑO, Valentina y HINCAPIÉ OLANO, Julio Cesar. 2018. *Evaluación CBR de sub-base granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET); para uso en vías terciarias*. Pereira : Universidad Libre Seccional Pereira, 2018.

Ramirez, V y Olano, J. 2018. *Evaluación de la resistencia de la subbase granular mezclada con tereftalato de polietileno PET*. s.l. : Universidad Libre Seccional Pereira., 2018.

Reciclado del plástico [PET] para la obtención de fibra textil. **LÓPEZ, Cinthia. 2016.** Argentina : Universidad Tecnológica Nacional, 2016.

Relación entre la red nacional de carreteras y el desarrollo económico nacional. **URAZÁN, Carlos F., ESCOBAR, Diego A. y MONCADA, Carlos A. 2017.** N° 61, América Latina y el Caribe : Espacios, 2017, Vol. 38. 798 1015.

RUIZ MARTÍNEZ, Dany Daniel. 2021. *Aplicación de la bolsa de polietileno fundido reciclado en la estabilización de la subrasante de la Provincia de Chupaca - Junín*. Huancayo : Universidad Peruana los Andes, 2021.

SHERWELL BETANCOURT, Guillermo Francisco. 2014. *"Estudio del uso de Polietileno Tefalato PET como material de refuerzo de estructuras terreas conformadas por suelo fino"*. México : Universidad Nacional Autónoma de México, 2014.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Investigación: Aplicación de fibras PET en la subrasante del suelo arcilloso en el distrito de Pangoa						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:				
¿De qué manera mejora la aplicación de fibras PET en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?	Evaluar de qué manera mejora la aplicación de fibras PET en la Subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	La aplicación de fibra PET tiene como resultado mejorar la resistencia en la subrasante del suelo arcillo en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	Variable independiente (x) : Fibras PET Variable dependiente (y): Subrasante	- Fibras PET (tereftalato de polietileno)	- Cantidad de porcentaje	Método de Investigación: Científico. Tipo de investigación: Aplicada. Nivel de Investigación: Descriptivo - explicativo. Diseño de Investigación: Experimental.
Problemas específicos:	Objetivo específicos:	Hipótesis específicas:		-Propiedades físicas	Granulometría -Contenido de humedad - Limite líquido -Limite plástico	
a) ¿Qué efectos produce la aplicación de fibras PET en las propiedades físicas en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?	a) Analizar los efectos que produce la aplicación de fibras PET en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	a) La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades físicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.				
b) ¿Qué efectos produce la aplicación de fibras PET en las propiedades mecánica en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?	b) Analizar los efectos que produce la aplicación de fibras PET en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	b) La aplicación de fibras PET produce una mejora significativa en las propiedades mecánicas de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.			-Propiedades mecánicas	
c) ¿Cuál es la dosificación óptima de fibras PET para lograr una resistencia en la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa?	c) Determinar la dosificación óptima de fibras PET en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.	c) La aplicación de fibras PET optimiza la dosificación en la resistencia de la subrasante del suelo arcilloso en la zona de Mishicuri del distrito de Pangoa.				Muestra: Se desarrollará 1 Km de la carretera de Mishicuri.

Anexo N° 2: Matriz de Operacionalización

Operacionalización de variable					
Variables	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente (x) : Fibras PET	Es un poliéster termoplástico, que produce ácido tereftálico y etilenglicol, la cual al polimerizarse producen distintos tipos de fibras PET.	Las fibras PET que se usarán serán botellas de plástico reciclados.	Propiedades físicas de la fibra PET	Absorción de humedad	Intervalo
				Dureza	
				Permeabilidad	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la tensión	Intervalo
				Resistencia a la compresión	
Variable dependiente (y) : Subrasante	Es la superficie terminada de la carretera a nivel movimiento de tierras, sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado.	La subrasante usada como muestra se recolectará calicatas de la carretera del distrito de Pangoa.	Extracción de muestra	Perfil estadigráfico del suelo.	Razón
			Propiedades físicas del suelo	Granulometría	Intervalo
				humedad	
				Limites de atterberg	
			Propiedades mecánicas del suelo	Proctor modificado	Intervalo
				CBR	
Consolidación					

Anexo N° 3: Resultados de laboratorio

NORMA DE REFERENCIA:

ASTM D-2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

INFORME DE ENSAYO: GS-F1-21-086 001

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
CLIENTE: JOSSELYN CRISTOBAL CRISTOBAL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ---
SONDAJE : C-1* **ZONA / SECTOR :** MISHICURI*
MUESTRA : M-01* **CANTERA / PROGRESIVA:** ---*
PROFUNDIDAD (m) : 1.5* **LUGAR DE MUESTREO:** PANGOA*

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086 001 **TIPO :** SUELO **CONDICION:** ALTERADA **Fecha de ensayo:** 2021-11-21
FORMA DE LA PARTICULA ---

DATOS DEL ENSAYO

Descripción de Masas	Ensayo N°1
Masa tara	g 173.30
Masa tara + suelo húmedo	g 511.20
Masa tara + suelo seco	g 431.48
Masa tara + suelo seco constante 1 (g)	431.48
Masa tara + suelo seco constante 2 (g)	431.48
Humedad %	30.9
Verificación del Peso Mínimo y Tamaño máximo de la muestra de ensayo (Tabla N° 1- ASTM D-2216)	T.M. = N°4
	Cumple
Metodo Ensayo	A
Resultado (%)	31

Si es método A el resultado se aproxima al entero.
 Si el método es B el resultado se reportará al 0.1%

Nota:

T.M.: Tamaño máximo del suelo (pasa 100%)
 La temperatura de secado es 110°C +/- 5°C
 No se excluyó ningún material (suelo) de la muestra de ensayo
 La muestra de ensayo no presenta más de un tipo de suelo (estratificaciones)



Observaciones: ---

Fecha de Emisión : 2021-11-29
Fecha de Recepción : 2021-11-18
Lugar de Ensayo : LABORATORIO DE SUELOS

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.

Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio Sotelo & Asociados no realiza muestreos.

El laboratorio Sotelo & Asociados prohíbe la reproducción total o parcial del presente Informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.

Los ensayos acreditados del presente Informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

Procedimiento: P-01

Código: GS-F-1

Versión: 05

Fin del informe página: 1 de 1

NORMA DE REFERENCIA:

ASTM D-2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

INFORME DE ENSAYO: GS-F1-21-086 002

SOLICITUD N°: 21-086
PROYECTO: APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
CLIENTE: JOSSELYN CRISTOBAL CRISTOBAL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ---
SONDAJE: C-2* **ZONA / SECTOR:** MISHICURI*
MUESTRA: M-01* **CANTERA / PROGRESIVA:** ---*
PROFUNDIDAD (m): 1.5* **LUGAR DE MUESTREO:** PANGOA*

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086 002 **TIPO:** SUELO **CONDICION:** ALTERADA **Fecha de ensayo:** 2021-11-21
FORMA DE LA PARTICULA: ---

DATOS DEL ENSAYO

Descripción de Masas	Ensayo N°1
Masa tara	g 110.00
Masa tara + suelo húmedo	g 300.00
Masa tara + suelo seco	g 253.60
Masa tara + suelo seco constante 1 (g)	253.60
Masa tara + suelo seco constante 2 (g)	253.60
Humedad %	32.3
Verificación del Peso Mínimo y Tamaño máximo de la muestra de ensayo (Tabla N° 1- ASTM D-2216)	T.M. = N°4
	Cumple
Metodo Ensayo	A
Resultado (%)	32

Si es método A el resultado se aproxima al entero.
 Si el método es B el resultado se reportará al 0.1%

Nota:

T.M.: Tamaño máximo del suelo (pasa 100%)
 La temperatura de secado es 110°C +/- 5°C
 No se excluyó ningún material (suelo) de la muestra de ensayo
 La muestra de ensayo no presenta más de un tipo de suelo (estratificaciones)



Observaciones: ---

Fecha de Emisión: 2021-11-29
Fecha de Recepción: 2021-11-18
Lugar de Ensayo: LABORATORIO DE SUELOS

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.

Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio Sotelo & Asociados no realiza muestreos.

El laboratorio Sotelo & Asociados prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.

Los ensayos acreditados del presente Informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

Procedimiento: P-01

Código: GS-F-1

Versión: 05

Fin del informe página: 1 de 1

NORMA DE REFERENCIA:

ASTM D-2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

INFORME DE ENSAYO: GS-F1-21-086 003

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
CLIENTE: JOSSELYN CRISTOBAL CRISTOBAL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ---
SONDAJE : C-3* **ZONA / SECTOR :** MISHICURI*
MUESTRA : M-01* **CANTERA / PROGRESIVA:** ---*
PROFUNDIDAD (m) : 1.5* **LUGAR DE MUESTREO:** PANGOA*

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086 003	TIPO :	SUELO	CONDICION:	ALTERADA	Fecha de ensayo:	2021-11-21
FORMA DE LA PARTICULA	SUBREDONDEADA						

DATOS DEL ENSAYO

Descripción de Masas	Ensayo N°1
Masa tara	g 206.80
Masa tara + suelo húmedo	g 1 557.40
Masa tara + suelo seco	g 1 217.00
Masa tara + suelo seco constante 1 (g)	1 217.00
Masa tara + suelo seco constante 2 (g)	1 217.00
Humedad %	33.7
Verificación del Peso Mínimo y Tamaño máximo de la muestra de ensayo (Tabla N° 1- ASTM D-2216)	T.M. = 1 1/2
	Cumple
Metodo Ensayo	A
Resultado (%)	34

Si es método A el resultado se aproxima al entero.
 Si el método es B el resultado se reportará al 0.1%

Nota:

T.M.: Tamaño máximo del suelo (pasa 100%)
 La temperatura de secado es 110°C +/- 5°C
 No se excluyó ningún material (suelo) de la muestra de ensayo
 La muestra de ensayo no presenta más de un tipo de suelo (estratificaciones)



Observaciones: ---

Fecha de Emisión : 2021-11-29
Fecha de Recepción : 2021-11-18
Lugar de Ensayo : LABORATORIO DE SUELOS

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
 Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio Sotelo & Asociados no realiza muestreos.
 El laboratorio Sotelo & Asociados prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.
 Los ensayos acreditados del presente informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

NORMAS DE REFERENCIA:

- ASTM D6913 / D6913M - 17: Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
- ASTM D4318-2017e1: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ASTM D2487-2017 : Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

* Los métodos de ensayos no se encuentran dentro del alcance de acreditación

INFORME DE ENSAYO: GS-F8-21-086 001

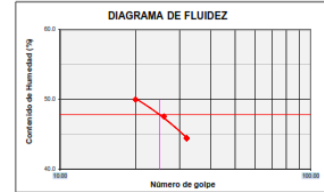
SOLICITUD N°: 21-086
PROYECTO: APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
CLIENTE: JOSSELYN CRISTOBAL CRISTOBAL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ---
SONDAJE: C-1*
MUESTRA: M-01*
PROFUNDIDAD (m): 1.5*
ZONA / SECTOR: MISHICURI*
CANTERA / PROGRESIVA: ---*
LUGAR DE MUESTREO: PANGOA*

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086 001	Tipo de muestra:	SUELO	Condición de la muestra:	ALTERADA	Fecha de ensayo:	2021-11-21
FORMA DE LA PARTICULA:	---	Fecha de Recepción:	2021-11-18	Fecha de Emisión:	2021-11-29	Lugar de ensayo:	LABORATORIO DE SUELOS

DATOS DEL ENSAYO

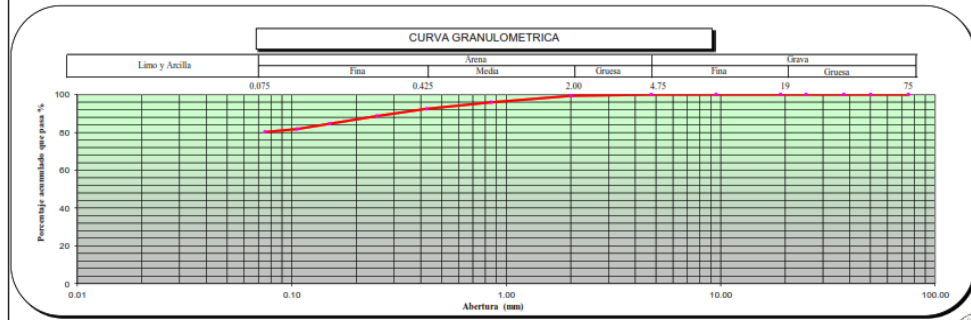
Granulometría por Tamizado: ASTM D6913 / D6913M *			
Tipo Tamizado	Simple	Método	A
Fraccionamiento			
Tamiz N°	---	Tamiz N°	---
%PR	---	%PR	---
Malla			
Denominación del Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	
3 in	75.0	100	
2 in	50.0	100	
1 1/2 in	37.5	100	
1 in	25.0	100	
3/4 in	19.0	100	
3/8 in	9.50	100	
No. 4	4.75	100	
No. 10	2.00	99	
No. 20	0.850	96	
No. 40	0.425	92	
No. 60	0.250	89	
No. 100	0.150	85	
No. 140	0.106	82	
No. 200	0.075	80	



Límites de Consistencia: ASTM D 4318-2017 ^{E1}			
Límite Líquido (LL)	48	Método Límite Líquido	Multipunto
Límite Plástico (LP)	25	Método Límite Plástico	Manual
Índice Plástico (IP)	23	Tipo de ranurador	Plano
Preparación para Límites	Húmeda	Materia del ranurador	Plástico
¿Se retiró lentas de arena?	NO	% retenido en No.40	7.8

Clasificación: ASTM-D2487-2017	
Símbolo de Grupo	CL
Nombre de Grupo	Arcilla de baja plasticidad con arena

Distribución Granulométrica			
% Grava	Grava Gruesa	0.0	0.0
	Grava Fina	0.0	
% Arena	Arena Gruesa	0.6	19.8
	Arena Media	7.0	
	Arena fina	12.2	
% Finos		80.2	
Tamaño Máximo de grava	---	Retenido en tamiz 3 in	0%
Coefficiente de Uniformidad	---	Coefficiente de Curvatura	---



OBSERVACIONES

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio Sotelo & Asociados no realiza muestreos.
El laboratorio Sotelo & Asociados prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.

Los ensayos acreditados del presente informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

Procedimiento: P-01 Código: GS-F-8 Versión: 10 Fin del informe página: 1 de 1

NORMAS DE REFERENCIA:

- ASTM D6913 / D6913M - 17: Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
- ASTM D4318-2017e1: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ASTM D2487-2017: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

* Los métodos de ensayos no se encuentran dentro del alcance de acreditación

INFORME DE ENSAYO: GS-F8-21-086 002

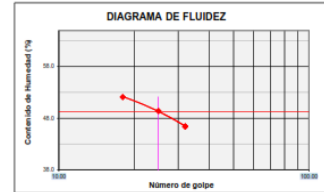
SOLICITUD N°: 21-086
PROYECTO: APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
CLIENTE: JOSSELYN CRISTOBAL CRISTOBAL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ---
SONDAJE: C-2*
MUESTRA: M-01*
PROFUNDIDAD (m): 1.5*
ZONA / SECTOR: MISHICURI*
CANTERA / PROGRESIVA: ---*
LUGAR DE MUESTREO: PANGOA*

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086 002	Tipo de muestra:	SUELO	Condición de la muestra:	ALTERADA	Fecha de ensayo:	2021-11-21
FORMA DE LA PARTICULA	---	Fecha de Recepción:	2021-11-18	Fecha de Emisión:	2021-11-29	Lugar de ensayo:	LABORATORIO DE SUELOS

DATOS DEL ENSAYO

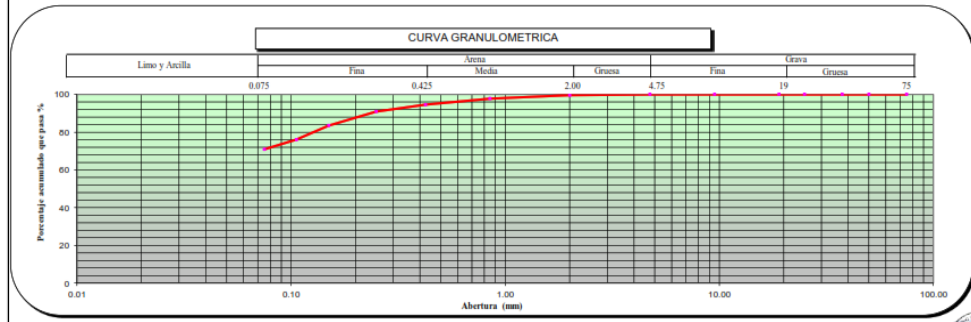
Granulometría por Tamizado: ASTM D6913 / D6913M *			
Tipo Tamizado	Simple	Método	A
Fraccionamiento			
Tamiz N°	---	Tamiz N°	---
%PR	---	%PR	---
Malla			
Denominación del Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa	
3 in	75.0	100	
2 in	50.0	100	
1 1/2 in	37.5	100	
1 in	25.0	100	
3/4 in	19.0	100	
3/8 in	9.50	100	
No. 4	4.75	100	
No. 10	2.00	100	
No. 20	0.850	98	
No. 40	0.425	95	
No. 60	0.250	91	
No. 100	0.150	84	
No. 140	0.106	76	
No. 200	0.075	71	



Clasificación: ASTM-D2487-2017	
Simbolo de Grupo	CL
Nombre de Grupo	Arcilla de baja plasticidad con arena

Limites de Consistencia: ASTM D 4318-2017 ^{E1}			
Límite Líquido (LL)	49	Método Límite Líquido	Multipunto
Límite Plástico (LP)	27	Método Límite Plástico	Manual
Índice Plástico (IP)	22	Plano de ranurador	Plano
Preparación para Límites	Húmeda	Material del ranurador	Plástico
¿Se retiró lentos de arena?	NO	% retenido en No.40	5.4

Distribución Granulométrica			
% Grava	Grava Gruesa	0.0	0.0
	Grava Fina	0.0	
% Arena	Arena Gruesa	0.4	29.1
	Arena Media	5.0	
	Arena fina	23.7	
% Finos		70.9	
Tamaño Máximo de grava	---	Retenido en tamiz 3 in	0%
Coefficiente de Uniformidad	---	Coefficiente de Curvatura	---



OBSERVACIONES

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
Los resultados corresponden sólo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio Sotelo & Asociados no realiza muestreos.
El laboratorio Sotelo & Asociados prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.

Los ensayos acreditados del presente informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC

NORMAS DE REFERENCIA:

- ASTM D6913 / D6913M - 17: Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis
- ASTM D4318-2017E1: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
- ASTM D2487-2017: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

* Los métodos de ensayos no se encuentran dentro del alcance de acreditación

INFORME DE ENSAYO: GS-F8-21-086 003

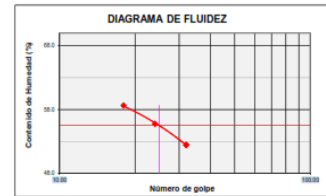
SOLICITUD N°: 21-086
PROYECTO: APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN DEL PROYECTO: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
CLIENTE: JOSSELYN CRISTOBAL CRISTOBAL
DIRECCIÓN DEL CLIENTE: ---
SONDAJE: C-3*
MUESTRA: M-01*
PROFUNDIDAD (m): 1.5*
ZONA / SECTOR: MISHICURI*
CANTERA / PROGRESIVA: ---*
LUGAR DE MUESTREO: PANGOA*

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086 003	Tipo de muestra:	SUELO	Condición de la muestra:	ALTERADA	Fecha de ensayo:	2021-11-21
FORMA DE LA PARTICULA	SUBREDONDEADA	Fecha de Recepción:	2021-11-18	Fecha de Emisión:	2021-11-29	Lugar de ensayo:	LABORATORIO DE SUELOS

DATOS DEL ENSAYO

Granulometría por Tamizado: ASTM D6913 / D6913M *		
Tipo Tamizado	Compuesto	Método
	Fraaccionamiento	A
Tamiz N°	N° 4	Tamiz N°
%PR	8	%PR
Malla		
Denominación del Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3 in	75.0	100
2 in	50.0	100
1 1/2 in	37.5	100
1 in	25.0	100
3/4 in	19.0	96
3/8 in	9.50	94
No. 4	4.75	92
No. 10	2.00	90
No. 20	0.850	85
No. 40	0.425	79
No. 60	0.250	73
No. 100	0.150	67
No. 140	0.106	63
No. 200	0.075	61



Límites de Consistencia: ASTM D 4318-2017⁵¹

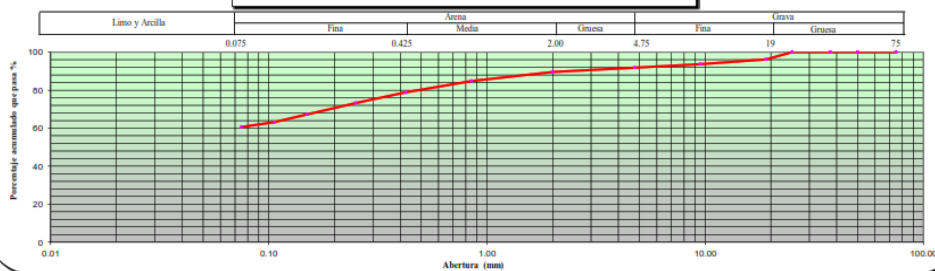
Límite Líquido (LL)	55	Método Límite Líquido	Multipunto
Límite Plástico (LP)	25	Método Límite Plástico	Manual
Índice Plástico (IP)	30	Tipo de ranurador	Plano
Preparación para Límites	Húmeda	Material del ranurador	Plástico
¿Se retiró lentes de arena?	NO	% retenido en No.40	21.2

Distribución Granulométrica

% Grava	Grava Gruesa	3.8	8.2
	Grava Fina	4.4	
% Arena	Arena Gruesa	2.2	31.2
	Arena Media	10.8	
	Arena fina	18.2	
% Finos			60.6
Tamaño Máximo de grava	1 in	Retenido en tamiz: 3 in	0%
Coefficiente de Uniformidad	---	Coefficiente de Curvatura	---

Clasificación: ASTM-D2487-2017	
Simbolo de Grupo	CH
Nombre de Grupo	Arcilla arenosa de alta plasticidad

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES

* Los datos de identificación de la muestra son proporcionados por el cliente.
Los resultados corresponden solo a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente. El laboratorio Sotelo & Asociados no realiza muestreos.
El laboratorio Sotelo & Asociados prohíbe la reproducción total o parcial del presente informe de ensayo, sin la autorización escrita por nuestro laboratorio.

Los ensayos acreditados del presente informe de ensayo al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC & ILAC

Procedimiento: P-01

Código: GS-F-8

Versión: 10

Fin del informe

página: 1 de 1



**LABORATORIO
SOTELO & ASOCIADOS**

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-36
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557- 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using
Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN

SONDAJE : C-1
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5

SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 0+000

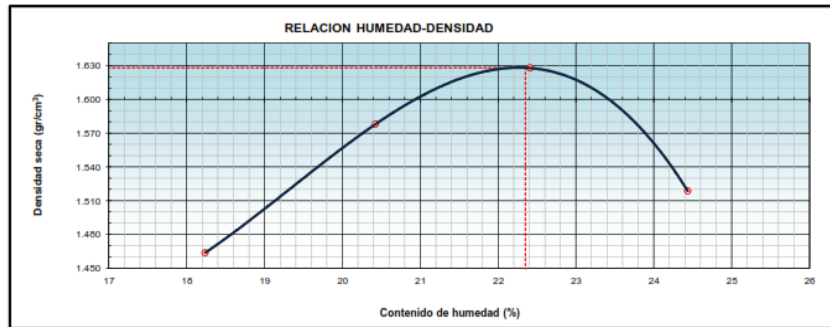
DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-001	TIPO DE MUESTRA: SUELO	CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO	FECHA DE ENSAYO: 2021-11-21
----------------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL
METODO : A

Peso suelo + molde	gr	5551.0	5711.0	5798.0	5701.0
Peso molde	gr	3919.0	3919.0	3919.0	3919.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1632.0	1792.0	1879.0	1782.0
Volumen del molde	cm ³	943.0	943.0	943.0	943.0
Peso volumétrico húmedo	gr	1.73	1.90	1.99	1.89
Recipiente N°		A-78	A-79	A-115	A-116
Peso del suelo húmedo+tara	gr	445.0	445.0	502.0	502.0
Peso del suelo seco + tara	gr	404.9	400.9	441.4	437.0
Tara	gr	185.0	185.0	171.0	171.0
Peso de agua	gr	40.1	44.1	60.6	65.0
Peso del suelo seco	gr	219.9	215.9	270.4	266.0
Contenido de agua	%	18.2	20.4	22.4	24.4
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.464	1.578	1.628	1.519
				Densidad máxima (gr/cm ³)	1.628
				Humedad óptima (%)	22.35



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-29

APROBADO POR:
Nombre / Cargo: **Hebert Sotelo Aedo**
Director Técnico

Firma: 



**LABORATORIO
SOTELO & ASOCIADOS**

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-36
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557- 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lb/ft³ (2,700 kN-m/m³))**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
 PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
 UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
 SONDAJE : C-2
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : 1.5
 SECTOR : MISHICURI
 CANTERA : ---
 PROGRESIVA : KM 0+500

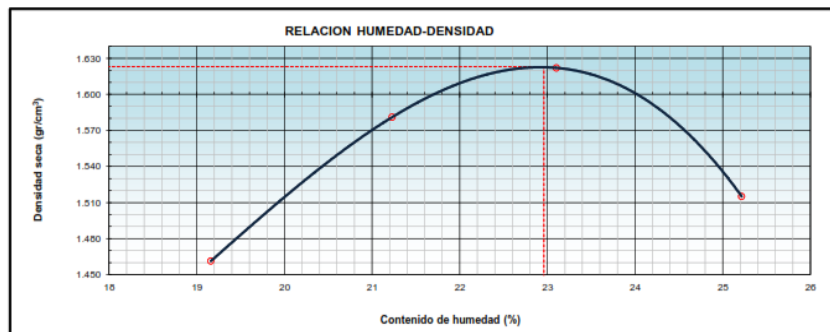
DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-002	TIPO DE MUESTRA: SUELO	CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO	FECHA DE ENSAYO: 2021-11-21
-----------------------------------	-------------------------------	---------------------------------------	------------------------------------

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL
 METODO : A

Peso suelo + molde	gr	5561.0	5726.3	5801.9	5708.0
Peso molde	gr	3919.0	3919.0	3919.0	3919.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1642.0	1807.3	1882.9	1789.0
Volumen del molde	cm ³	943.0	943.0	943.0	943.0
Peso volumétrico húmedo	gr	1.74	1.92	2.00	1.90
Recipiente N°		A-70	A-57	A-159	A-112
Peso del suelo húmedo+tara	gr	445.0	474.3	487.6	502.0
Peso del suelo seco + tara	gr	403.0	421.4	428.1	435.2
Tara	gr	183.8	172.2	170.5	170.3
Peso de agua	gr	42.0	52.9	59.5	66.8
Peso del suelo seco	gr	219.2	249.2	257.6	264.9
Contenido de agua	%	19.2	21.2	23.1	25.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.461	1.581	1.622	1.515
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.623
Humedad óptima (%)					22.96



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-29

APROBADO POR:	
Nombre / Cargo:	Hébert Saldaño Acuña Director Técnico
Firma:	



**LABORATORIO
SOTELo & ASOCIADOS**

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-36
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557- 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/3)**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
 PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
 UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN

SONDAJE : C-3
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : 1.5

SECTOR : MISHICURI
 CANTERA : ---
 PROGRESIVA : KM 1+000

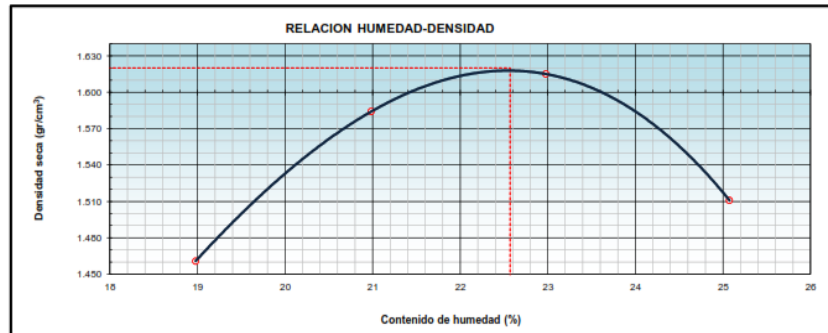
DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-003	TIPO DE MUESTRA: SUELO	CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO	FECHA DE ENSAYO: 2021-11-21
----------------------------	------------------------	--------------------------------	-----------------------------

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL
 METODO : A

Peso suelo + molde	gr	5558.0	5726.3	5791.9	5701.0	
Peso molde	gr	3919.0	3919.0	3919.0	3919.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1639.0	1807.3	1872.9	1782.0	
Volumen del molde	cm ³	943.0	943.0	943.0	943.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.74	1.92	1.99	1.89	
Recipiente N°		A-71	A-56	A-151	A-119	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	449.0	479.3	486.6	501.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	406.6	426.9	428.1	434.5	
Tara	gr	183.2	177.2	173.5	169.3	
Peso de agua	gr	42.4	52.4	58.5	66.5	
Peso del suelo seco	gr	223.4	249.7	254.6	265.2	
Contenido de agua	%	19.0	21.0	23.0	25.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.461	1.584	1.615	1.511	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.620
					Humedad óptima (%)	22.57



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-29

APROBADO POR:
 Nombre / Cargo: Hebert Sotelo Aedo
 Director Técnico

Firma:



LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACION : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SECTOR : MISHICURI
MUESTRA : M-01
CANTERA : ---
PROFUNDIDAD : 1.5
PROGRESIVA : KM 0+000

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086-001	TIPO DE MUESTRA:	SUELO	CONDICION DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-11-24
-----------------	------------	------------------	-------	-----------------------	----------	------------------	------------

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL

COMPACTACION

Molde N°	6		8		7	
	5		5		5	
Capas N°	56		25		10	
Golpes por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10933.8	10981.2	11108.4	11195.0	10985.2	11160.5
Peso de molde (g)	6715.8	6715.8	6992.5	6992.5	6992.3	6992.3
Peso del suelo húmedo (g)	4218.0	4265.4	4125.9	4212.5	4004.9	4168.2
Volumen del molde (cm³)	2117.0	2117.0	2132.0	2132.0	2133.0	2133.0
Densidad húmeda (g/cm³)	1.992	2.015	1.935	1.986	1.878	1.975
Tara (N°)	A-36	A-150	A-183	A-100	A-141	A-149
Peso suelo húmedo + tara (g)	416.6	860.0	533.9	799.3	1211.1	1311.1
Peso suelo seco + tara (g)	370.7	725.2	467.5	662.3	1020.8	1081.4
Peso de tara (g)	165.4	172.6	170.5	206.5	170.9	167.3
Peso de agua (g)	45.9	134.8	66.4	117.0	190.3	229.7
Peso de suelo seco (g)	205.3	552.6	297.0	475.8	849.9	914.1
Contenido de humedad (%)	22.4	24.4	22.4	24.6	22.4	25.1
Densidad seca (g/cm³)	1.628	1.820	1.582	1.586	1.534	1.566

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				(10 ⁻³ mm)	%		(10 ⁻³ mm)	%		(10 ⁻³ mm)	%
08/12/2021	5.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
09/12/2021	5.3	24.0	12.5	0.13	0.11	14.0	0.14	0.12	17.0	0.17	0.15
10/12/2021	5.3	48.0	23.5	0.24	0.20	28.0	0.28	0.24	31.0	0.31	0.27
11/12/2021	5.3	72.0	30.0	0.30	0.26	36.0	0.36	0.31	45.0	0.45	0.39
12/12/2021	5.3	96.0	35.0	0.35	0.30	40.0	0.40	0.35	49.0	0.49	0.42

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	kg/cm²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		15.0	34.8			12.0	27.8			4.0	9.3		
1.270		36.0	88.5			24.0	55.7			12.0	27.8		
1.905		59.0	138.2			38.0	88.5			22.0	51.1		
2.540	70.5	78.0	183.6	179.3	12.8	53.0	123.9	92.9	6.6	31.0	72.1	53.3	3.8
3.810		110.0	261.2			65.0	152.5			43.0	100.3		
5.080	105.7	137.0	327.6	339.0	16.2	76.0	178.8	179.5	8.6	54.0	126.3	109.7	5.2
6.350		170.0	425.2			89.0	210.1			56.0	131.1		
7.620		188.0	455.7			109.0	258.7			64.0	150.1		
10.160		216.0	527.4			135.0	322.7			73.0	171.6		
12.700		221.0	540.3			159.0	332.6			76.0	178.8		

Observaciones : ---

FECHA DE EMISION : 2021-11-29





LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils**

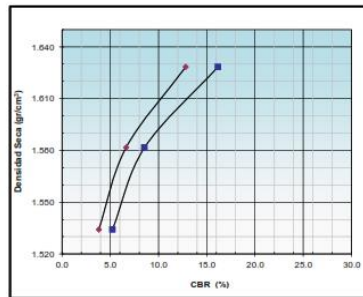
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE : C-1
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5
SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 0+000

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086-001	TIPO DE MUESTRA:	SUELO	CONDICION DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-11-24
-----------------	------------	------------------	-------	-----------------------	----------	------------------	------------

GRAFICOS



CLASE (SUCS) : CL

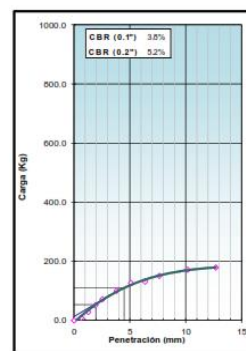
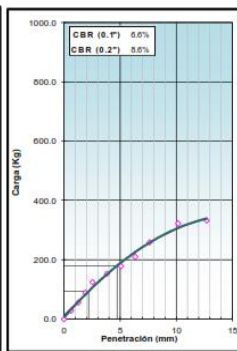
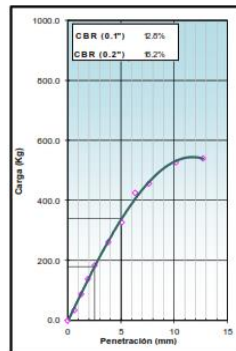
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.628
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 22.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.547

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	12.7	0.2"	16.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	4.2	0.2"	5.7

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 29/11/2021

APROBADO POR:
Nombre : Hebert Sotelo Aedo
Cargo : Director Técnico
Firma:

2-2



LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted
Soils**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACION : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SECTOR : MISHICURI
MUESTRA : C-2
CANTERA : ---
PROFUNDIDAD : 1.5
PROGRESIVA : KM 0+500

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-002 TIPO DE MUESTRA: SUELO CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO FECHA DE ENSAYO: 2021-11-24

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL

COMPACTACION

	11	9	10
Molde N°	5	5	5
Cajas N°	56	25	10
Golpes por caja N°	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11414.9	11486.2	11796.4
Peso de molde (g)	7147.0	7147.0	7626.0
Peso del suelo húmedo (g)	4267.9	4319.2	4170.4
Volumen del molde (cm³)	2137.0	2137.0	2121.0
Densidad húmeda (g/cm³)	1.997	2.021	1.966
Tara (N°)	A-176	RL-299	A-123
Peso suelo húmedo + tara (g)	477.9	364.8	503.9
Peso suelo seco + tara (g)	419.8	324.8	441.5
Peso de tara (g)	167.4	164.8	170.8
Peso de agua (g)	58.1	40.0	62.4
Peso de suelo seco (g)	252.4	160.0	270.7
Contenido de humedad (%)	23.0	25.0	23.1
Densidad seca (g/cm³)	1.623	1.617	1.598

EXPANSION

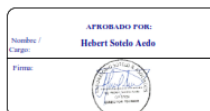
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL (10 ⁻² mm)	EXPANSION		DIAL (10 ⁻² mm)	EXPANSION		DIAL (10 ⁻² mm)	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/10/2021	5.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
09/10/2021	5.3	24.0	77.0	0.77	0.87	37.0	0.87	0.75	93.0	0.90	0.78
10/10/2021	5.3	48.0	101.0	1.01	0.87	111.0	1.11	0.96	112.0	1.12	0.97
11/10/2021	5.3	72.0	112.0	1.12	0.97	123.0	1.23	1.06	127.0	1.27	1.10
12/10/2021	5.3	96.0	113.0	1.13	0.98	128.0	1.28	1.11	129.0	1.29	1.12

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	kg/cm2	Dial (psi)	kg	kg	%	Dial (psi)	kg	kg	%	Dial (psi)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		28.0	65.1			13.0	30.1			6.0	13.9		
1.270		70.0	164.4			32.0	74.4			17.0	39.4		
1.905		105.0	249.0			61.0	142.9			32.0	74.4		
2.540	70.5	130.0	310.3	262.0	18.7	82.0	193.2	156.8	11.2	40.0	93.2	66.3	4.7
3.810		166.0	400.0			108.0	256.3			53.0	123.9		
5.080	105.7	195.0	473.5	461.4	22.0	126.0	300.4	292.0	13.9	64.0	150.1	136.7	6.5
6.350		218.0	532.6			145.0	347.5			72.0	169.2		
7.620		238.0	584.5			159.0	382.4			80.0	188.4		
10.160		268.0	663.3			185.0	448.1			98.0	231.9		
12.700		280.0	695.1			199.0	476.1			100.0	236.8		

Observaciones

FECHA DE EMISION : 2021-11-29





LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils**

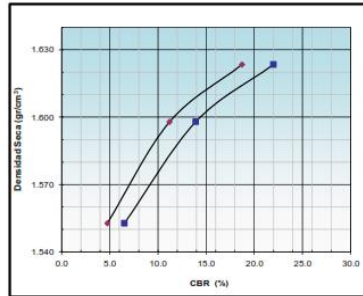
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
 PROYECTO : APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
 UBICACION : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
 SONDAJE : C-2
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : 1.5
 SECTOR : MISHICURI
 CANTERA : ---
 PROGRESIVA : KM 0+500

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086-002	TIPO DE MUESTRA:	SUELO	CONDICION DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-11-24
-----------------	------------	------------------	-------	-----------------------	----------	------------------	------------

GRAFICOS



CLASF. (SUCS) : CL

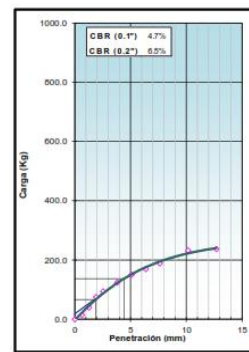
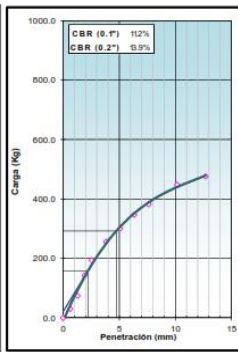
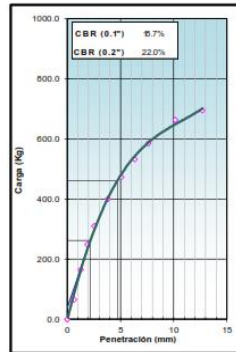
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.623
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 23.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.542

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1%	10.0	0.2%	21.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1%	4.7	0.2%	6.1

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



Observaciones: ---

FECHA DE EMISION : 2021-11-29

APROBADO POR:
 Nombre / Carga: Hebert Sotelo Aedo Director Técnico
 Firma:

2-2



LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACION : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SECTOR : MISHICURI
MUESTRA : M-01
CANTERA : ---
PROFUNDIDAD : 1.5
PROGRESIVA : KM 1+000

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086-003	TIPO DE MUESTRA:	SUELO	CONDICION DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-11-24
-----------------	------------	------------------	-------	-----------------------	----------	------------------	------------

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL

COMPACTACION

	2		5		12	
	56		25		10	
Molde N°						
Capas N°						
Golpes por capa N°						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10974.9	11121.2	11984.4	12115.0	11835.0	11997.5
Peso de molde (g)	6752.0	6752.6	7853.6	7853.6	7835.9	7835.9
Peso del suelo húmedo (g)	4222.3	4368.6	4130.8	4261.4	3999.1	4161.6
Volumen del molde (cm³)	2125.0	2125.0	2120.0	2120.0	2131.0	2131.0
Densidad húmeda (g/cm³)	1.987	2.058	1.948	2.005	1.877	1.958
Tara (N°)	A-165	A-299	A-103	A-129	A-142	A-119
Peso suelo húmedo + tara (g)	476.9	368.6	502.9	712.3	1008.1	911.1
Peso suelo seco + tara (g)	419.8	324.8	441.5	602.3	853.2	748.4
Peso de tara (g)	167.4	164.8	170.8	206.0	170.6	167.8
Peso de agua (g)	57.1	44.0	61.4	110.0	154.9	162.7
Peso de suelo seco (g)	252.4	160.0	270.7	396.3	682.6	580.6
Contenido de humedad (%)	22.6	27.5	22.7	27.8	22.7	28.0
Densidad seca (g/cm³)	1.620	1.612	1.588	1.573	1.530	1.525

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION (10 ⁻² mm)		DIAL (10 ⁻² mm)		EXPANSION		DIAL (10 ⁻² mm)		EXPANSION	
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%		
08/10/2021	5.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
09/10/2021	5.3	24.0	65.0	0.65	0.56	76.0	0.76	0.66	82.0	0.82	0.82	0.71	
10/10/2021	5.3	48.0	87.0	0.87	0.75	89.0	0.89	0.77	96.0	0.96	0.96	0.83	
11/10/2021	5.3	72.0	96.0	0.96	0.85	96.0	0.96	0.83	123.0	1.23	1.23	1.06	
12/10/2021	5.3	96.0	108.0	1.08	0.94	115.0	1.15	1.00	134.0	1.34	1.34	1.16	

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		25.0	58.1			13.0	30.1			6.0	13.9		
1.270		66.0	159.6			32.0	74.4			17.0	39.4		
1.905		97.0	229.5			61.0	142.9			26.0	60.4		
2.540	70.5	128.0	300.4	258.5	18.5	74.0	174.0	153.5	11.0	35.0	81.5	70.8	5.1
3.810		162.0	390.0			102.0	241.6			53.0	123.9		
5.080	105.7	191.0	463.3	450.4	21.5	128.0	300.4	287.8	13.7	64.0	150.1	141.0	6.7
6.350		213.0	519.7			145.0	347.5			72.0	169.2		
7.620		231.0	566.3			159.0	382.4			84.0	198.1		
10.160		290.0	615.9			185.0	449.1			98.0	231.9		
12.700		295.0	655.4			198.0	476.1			100.0	236.8		

Observaciones: ---

FECHA DE EMISION : 2021-11-29





LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

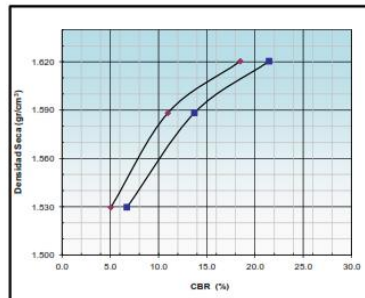
**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE : C-3
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5
SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 1+000

DATOS DE LA MUESTRA			
CODIGO MUESTRA:	21-086-003	TIPO DE MUESTRA:	SUELO
CONDICION DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-11-24

GRAFICOS



CLASE (SUCS) : CL

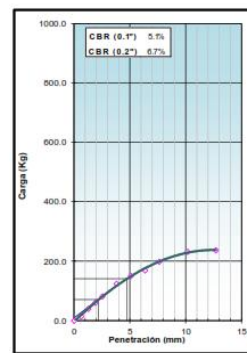
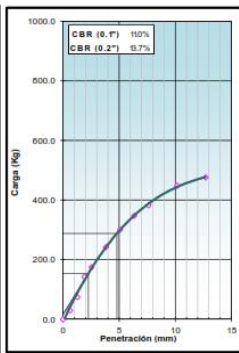
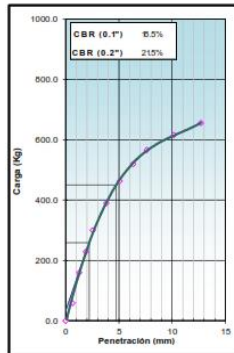
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.620
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 22.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.539

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	16.4	0.2"	21.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.4	0.2"	7.2

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-11-29

APROBADO POR:
Nombre: **Héctor Saúl Aedo**
Cargo: **Director Técnico**
Firma:

2-2



**LABORATORIO
SOTELO & ASOCIADOS**

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-36
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557- 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE : C-1
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5
SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 0+000

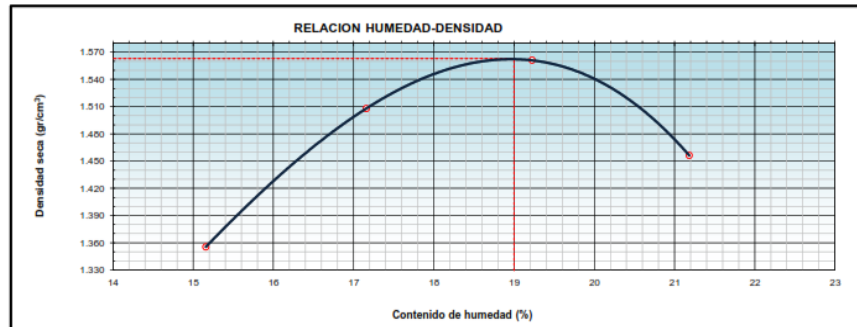
DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-001 TIPO DE MUESTRA: SUELO CON FIBRAS CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO FECHA DE ENSAYO: 2021-12-10

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL
METODO : A

Peso suelo + molde	gr	5391.0	5585.0	5674.0	5583.0
Peso molde	gr	3919.0	3919.0	3919.0	3919.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1472.0	1666.0	1755.0	1664.0
Volumen del molde	cm ³	943.0	943.0	943.0	943.0
Peso volumétrico húmedo	gr	1.56	1.77	1.86	1.76
Recipiente N°		A-12	A-27	A-30	A-38
Peso del suelo húmedo+tara	gr	445.0	445.0	502.0	502.0
Peso del suelo seco + tara	gr	411.0	406.6	448.5	444.4
Tara	gr	186.7	182.8	170.2	172.5
Peso de agua	gr	34.0	38.4	53.5	57.6
Peso del suelo seco	gr	224.3	223.8	278.3	271.9
Contenido de agua	%	15.2	17.2	19.2	21.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.356	1.508	1.561	1.456
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.563
Humedad óptima (%)					19.00



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-20

APROBADO POR:
Hebert Sotelo Acdo
Director Técnico

Nombre / Cargo: _____
Firma: _____





**LABORATORIO
SOTELO & ASOCIADOS**

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-36
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557- 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE : C-2
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5
SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 0+500

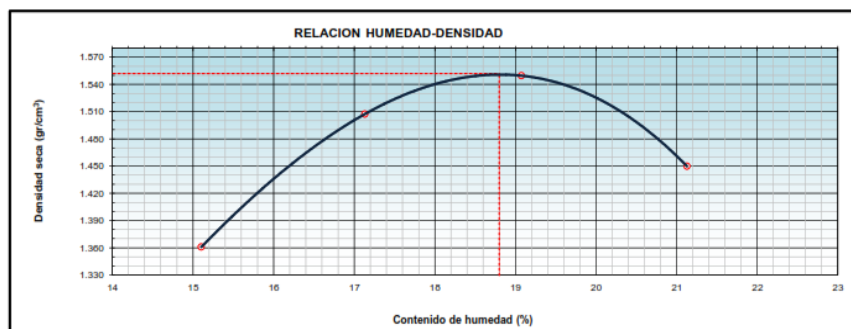
DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-002 TIPO DE MUESTRA: SUELO CON FIBRAS CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO FECHA DE ENSAYO: 2021-12-10

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL
METODO : A

Peso suelo + molde	gr	5396.0	5584.0	5659.0	5575.0	
Peso molde	gr	3919.0	3919.0	3919.0	3919.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1477.0	1665.0	1740.0	1656.0	
Volumen del molde	cm ³	943.0	943.0	943.0	943.0	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.57	1.77	1.85	1.76	
Recipiente N°		A-79	A-85	A-101	A-82	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	475.0	465.0	512.0	505.0	
Peso del suelo seco + tara	gr	437.0	423.4	457.2	447.0	
Tara	gr	185.4	180.6	169.9	172.5	
Peso de agua	gr	38.0	41.6	54.8	58.0	
Peso del suelo seco	gr	251.6	242.8	287.3	274.5	
Contenido de agua	%	15.1	17.1	19.1	21.1	
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.361	1.507	1.550	1.450	
					Densidad máxima (gr/cm ³)	1.552
					Humedad óptima (%)	18.80



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-20

APROBADO POR:
Nombre / Cargo: **Hebert Sotelo Aedo**
Director Técnico
Firma:



**LABORATORIO
SOTELO & ASOCIADOS**

Procedimiento: P-01
Codigo: GS-F-36
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D-1557- 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using
Modified Effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³))**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN

SONDAJE : C-3
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5

SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 1+000

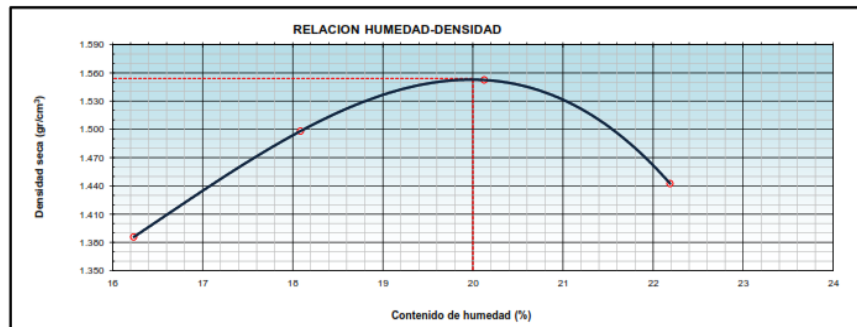
DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-003	TIPO DE MUESTRA: SUELO CON FIBRAS	CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO	FECHA DE ENSAYO: 2021-12-10
----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	-----------------------------

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL
METODO : A

Peso suelo + molde	gr	5438.0	5587.3	5677.5	5581.0
Peso molde	gr	3919.0	3919.0	3919.0	3919.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1519.0	1668.3	1758.5	1662.0
Volumen del molde	cm ³	943.0	943.0	943.0	943.0
Peso volumétrico húmedo	gr	1.61	1.77	1.86	1.76
Recipiente N°		A-155	A-121	A-117	A-118
Peso del suelo húmedo+tara	gr	549.0	469.3	496.6	531.0
Peso del suelo seco + tara	gr	497.9	423.9	442.3	465.3
Tara	gr	183.2	172.9	172.5	169.2
Peso de agua	gr	51.1	45.4	54.3	65.7
Peso del suelo seco	gr	314.7	251.0	269.8	296.1
Contenido de agua	%	16.2	18.1	20.1	22.2
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.386	1.498	1.552	1.442
				Densidad máxima (gr/cm ³)	1.554
				Humedad óptima (%)	20.00



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 2021-12-20

APROBADO POR:
Nombre / Cargo: **Hebert Sotelo Acdo**
Director Técnico

Firma: 

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils**
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N°: 21-086
PROYECTO: APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACION: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SECTOR: MISHICURI
MUESTRA: M-01
PROFUNDIDAD: 1.5
CANTERA: ---
PROGRESIVA: KM 0+000

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-001 | **TIPO DE MUESTRA:** SUELO CON FIBRAS | **CONDICION DE MUESTRA:** ALTERADO | **FECHA DE ENSAYO:** 2021-12-13

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS): CL

COMPACTACION

	6		8		7	
	5	5	5	5	5	5
Coletas por capa N°	56		25		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	10655.3	10736.4	10838.4	10905.0	10725.2	10840.5
Peso de molde (g)	6715.8	6715.8	6982.5	6982.5	6980.3	6980.3
Peso del suelo húmedo (g)	3939.5	4020.6	3855.9	3922.5	3744.9	3860.2
Volumen del molde (cm ³)	2117.0	2117.0	2132.0	2132.0	2133.0	2133.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.861	1.899	1.809	1.853	1.756	1.823
Tara (N°)	A-34	A-71	A-9	A-9	A-17	A-3
Peso suelo húmedo + tara (g)	442.3	491.8	498.7	790.3	511.1	511.1
Peso suelo seco + tara (g)	400.1	433.5	446.1	682.3	456.8	446.4
Peso de tara (g)	178.4	166.7	170.4	206.5	170.6	167.3
Peso de agua (g)	42.2	58.3	32.6	108.0	54.3	64.7
Peso de suelo seco (g)	221.7	266.8	275.7	475.8	286.2	279.1
Contenido de humedad (%)	19.0	21.9	19.1	22.7	19.0	23.2
Densidad seca (g/cm ³)	1.563	1.559	1.519	1.499	1.476	1.469

EXPANSION


FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				(10 ⁻³ mm)	%		(10 ⁻³ mm)	%		(10 ⁻³ mm)	%
20/12/2021	5.3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
21/12/2021	5.3	24.0	65.0	0.65	0.56	14.0	0.14	0.12	17.0	0.17	0.15
22/12/2021	5.3	48.0	72.0	0.72	0.62	28.0	0.28	0.24	31.0	0.31	0.27
23/12/2021	5.3	72.0	86.0	0.86	0.74	36.0	0.36	0.31	45.0	0.45	0.39
24/12/2021	5.3	96.0	90.0	0.90	0.78	40.0	0.40	0.35	49.0	0.49	0.42

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		27.0	62.7			23.0	53.4			14.0	32.4		
1.270		60.0	140.6			47.0	109.7			20.0	46.4		
1.905		97.0	229.5			85.0	192.5			32.0	74.4		
2.540	70.5	132.0	315.2	303.4	21.7	88.0	207.7	195.6	14.0	45.0	105.0	117.0	8.4
3.810		185.0	448.1			125.0	298.0			68.0	159.6		
5.080	105.7	231.0	566.3	556.4	26.5	166.0	400.0	375.6	17.9	95.0	224.6	235.9	11.2
6.350		271.0	671.2			188.0	455.7			118.0	280.8		
7.620		296.0	737.9			217.0	530.0			142.0	340.0		
10.160		338.0	851.7			252.0	621.1			177.0	427.8		
12.700		365.0	926.0			275.0	681.8			198.0	481.2		

Observaciones: ---

FECHA DE EMISION: 2021-12-20

APROBADO POR:
 Nombre / Cargo: **Hebert Sotelo Acdo**
 Firma: 



LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
 Código: GS-F-38
 Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

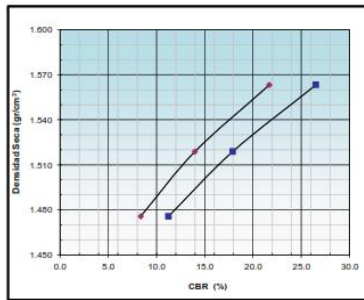
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
 ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
 PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
 UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
 SONDAJE : C-1
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : 1.5
 SECTOR : MISHICURI
 CANTERA :
 PROGRESIVA : KM 0+000

DATOS DE LA MUESTRA				
CODIGO MUESTRA:	21-086-001	TIPO DE MUESTRA:	SUELO CON FIBRAS	CONDICION DE MUESTRA:
				ALTERADO
				FECHA DE ENSAYO:
				2021-12-13

GRAFICOS



CLASF. (SUCS) : CL

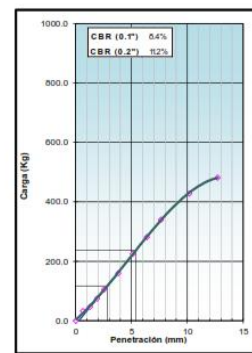
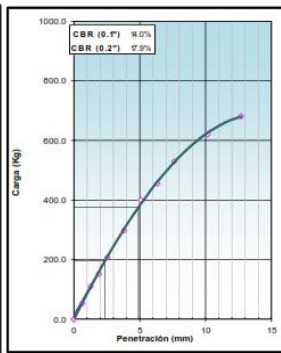
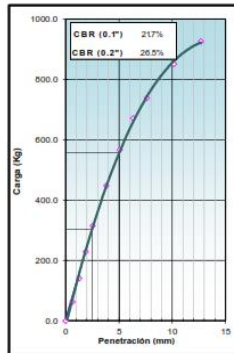
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.563
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 19.0
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.485

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1°:	21.6	0.2°:	25.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1°:	9.3	0.2°:	12.4

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 20/12/2021

APROBADO POR:
 Nombre / Cargo: Herbert Sotelo Audo
 Director Técnico
 Firma:

2-2



LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Código: GS-F-38
Versión: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils**

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACION : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE : C-2
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5
SECTOR : MISHICURI
CANTERA : ---
PROGRESIVA : KM 0+500

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA: 21-086-002 TIPO DE MUESTRA: SUELO CON FIBRAS CONDICION DE MUESTRA: ALTERADO FECHA DE ENSAYO: 2021-12-13

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL

COMPACTACION

	11		9		10	
	5	56	5	25	5	10
Molde N°						
Capas N°						
Coeficiente por capas N°						
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11085.1	11109.7	11458.4	11535.0	10901.2	10910.5
Peso de molde (g)	7147.0	7147.0	7626.0	7626.0	7026.4	7026.4
Peso de suelo húmedo (g)	3938.1	3962.7	3832.4	3909.0	3774.8	3884.1
Volumen del molde (cm ³)	2137.0	2137.0	2121.0	2121.0	2128.0	2128.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.843	1.854	1.807	1.829	1.774	1.818
Tara (N°)	A-39	A-98	A-21	A-32	A-81	A-75
Peso suelo húmedo + tara (g)	551.5	496.2	598.7	780.3	461.1	541.1
Peso suelo seco + tara (g)	495.5	435.2	531.1	670.3	415.4	470.4
Peso de tara (g)	196.9	167.7	170.1	232.8	170.5	167.9
Peso de agua (g)	56.0	61.0	67.6	110.0	45.7	70.7
Peso de suelo seco (g)	298.6	267.5	361.0	467.5	244.9	302.5
Contenido de humedad (%)	18.8	22.8	18.7	23.5	18.7	23.4
Densidad seca (g/cm ³)	1.552	1.510	1.522	1.492	1.495	1.479

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
20/12/2021	5:3	0.0	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00
21/12/2021	5:3	24.0	35.0	0.55	0.48	24.0	0.24	0.21	67.0	0.67	0.58
22/12/2021	5:3	48.0	62.0	0.62	0.54	38.0	0.38	0.33	81.0	0.81	0.70
23/12/2021	5:3	72.0	76.0	0.76	0.66	45.0	0.45	0.39	95.0	0.95	0.82
24/12/2021	5:3	96.0	80.0	0.80	0.69	48.0	0.48	0.42	99.0	0.99	0.86

PENETRACION

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	kg/cm ²	Dial (psi)	kg	kg	%	Dial (psi)	kg	kg	%	Dial (psi)	kg	kg	%
0.300		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.635		30.0	69.7			26.0	60.4			14.0	32.4		
1.270		79.0	186.0			47.0	109.7			26.0	60.4		
1.905		125.0	298.0			65.0	152.5			42.0	97.9		
2.540	70.5	153.0	367.4	332.6	23.8	98.0	231.9	240.3	17.2	60.0	140.6	163.9	11.7
3.810		196.0	476.1			155.0	372.4			95.0	224.6		
5.080	105.7	253.0	623.7	622.0	29.6	186.0	450.6	469.1	22.4	125.0	298.0	331.7	15.8
6.350		298.0	743.3			234.0	574.1			158.0	379.9		
7.620		346.0	873.6			267.0	660.6			192.0	465.9		
10.160		387.0	987.3			296.0	745.9			237.0	581.9		
12.700		409.0	1049.2			309.0	772.9			248.0	610.6		

Observaciones: ---

FECHA DE EMISION: 2021-12-20

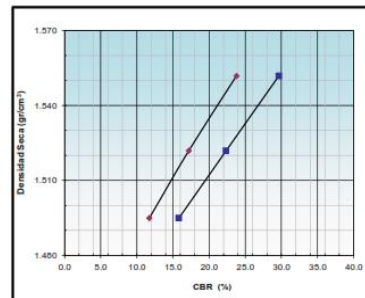
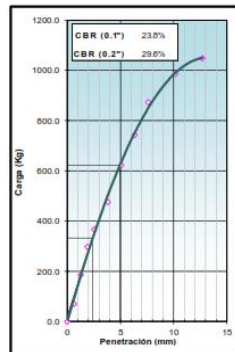
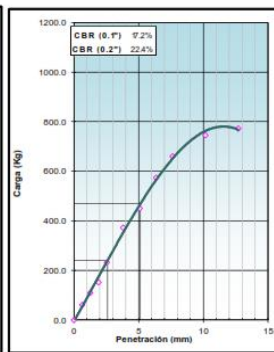
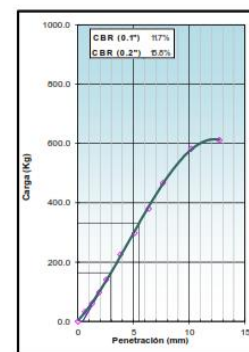
APROBADO POR:
Nombre / Cargo:
Hebert Sotelo Ardo
Firma:

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE : C-2
MUESTRA : M-01
PROFUNDIDAD : 1.5
SECTOR : MISHICURI
CANTERA : —
PROGRESIVA : KM 0+500

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086-002	TIPO DE MUESTRA:	SUELO CON FIBRAS	CONDICIÓN DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-12-13
------------------------	------------	-------------------------	------------------	------------------------------	----------	-------------------------	------------

GRAFICOS

EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES

Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 20/12/2021

APROBADO POR:
 Nombre /
 Cargo: **Herbert Sotelo Ando**
 Director Técnico
 Firma: 

2-2



LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS

Procedimiento: P-01
Codigo: GS-F-38
Version: 00

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N°: 21-086
PROYECTO: APLICACION DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
UBICACION: MISHICURI - PANGOA - JUNIN
SONDAJE: C-3
MUESTRA: M-01
PROFUNDIDAD: 1.5
SECTOR: MISHICURI
CANTERA: ---
PROGRESIVA: KM 1+000

DATOS DE LA MUESTRA

Table with 5 columns: CODIGO MUESTRA, TIPO DE MUESTRA, CONDICION DE MUESTRA, FECHA DE ENSAYO

DATOS DEL ENSAYO

CLASF. (SUCS) : CL

COMPACTACION

Table with 7 columns: Molde N°, Capas N°, Golpes por capa N°, Condición de la muestra, Peso de molde + Suelo húmedo (g), Peso de molde (g), etc.

EXPANSION

Table with 12 columns: FECHA, HORA, TIEMPO, DIAL, EXPANSION, DIAL, EXPANSION, DIAL, EXPANSION

PENETRACION

Table with 15 columns: PENETRACION, CARGA STAND., MOLDE N°, CARGA, CORRECCION, MOLDE N°, CARGA, CORRECCION, MOLDE N°, CARGA, CORRECCION

Observaciones: ---

FECHA DE EMISION: 2021-12-20

APROBADO POR:
Nombre / Cargo: Hebert Sotelo Ardo
Firma: [Signature]

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
ASTM D-1883-16 Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-
Compacted Soils**

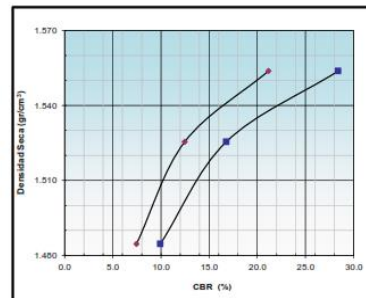
IDENTIFICACION DE LA MUESTRA

SOLICITUD N° : 21-086
 PROYECTO : APLICACIÓN DE FIBRAS PET EN LA SUBRASANTE DEL SUELO ARCILLOSO EN EL DISTRITO DE PANGOA
 UBICACIÓN : MISHICURI - PANGOA - JUNIN
 SONDAJE : C-3
 MUESTRA : M-01
 PROFUNDIDAD : 1.5
 SECTOR : MISHICURI
 CANTERA : ---
 PROGRESIVA : KM 1+000

DATOS DE LA MUESTRA

CODIGO MUESTRA:	21-086-003	TIPO DE MUESTRA:	SUELO CON FIBRAS	CONDICION DE MUESTRA:	ALTERADO	FECHA DE ENSAYO:	2021-12-13
-----------------	------------	------------------	------------------	-----------------------	----------	------------------	------------

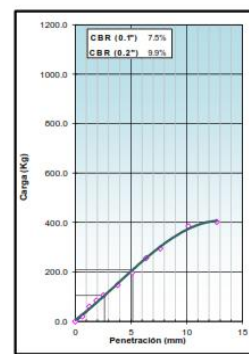
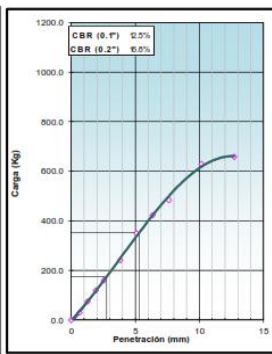
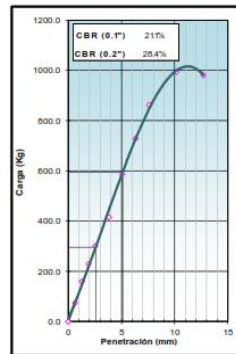
GRAFICOS



EC = 56 GOLPES

EC = 25 GOLPES

EC = 10 GOLPES



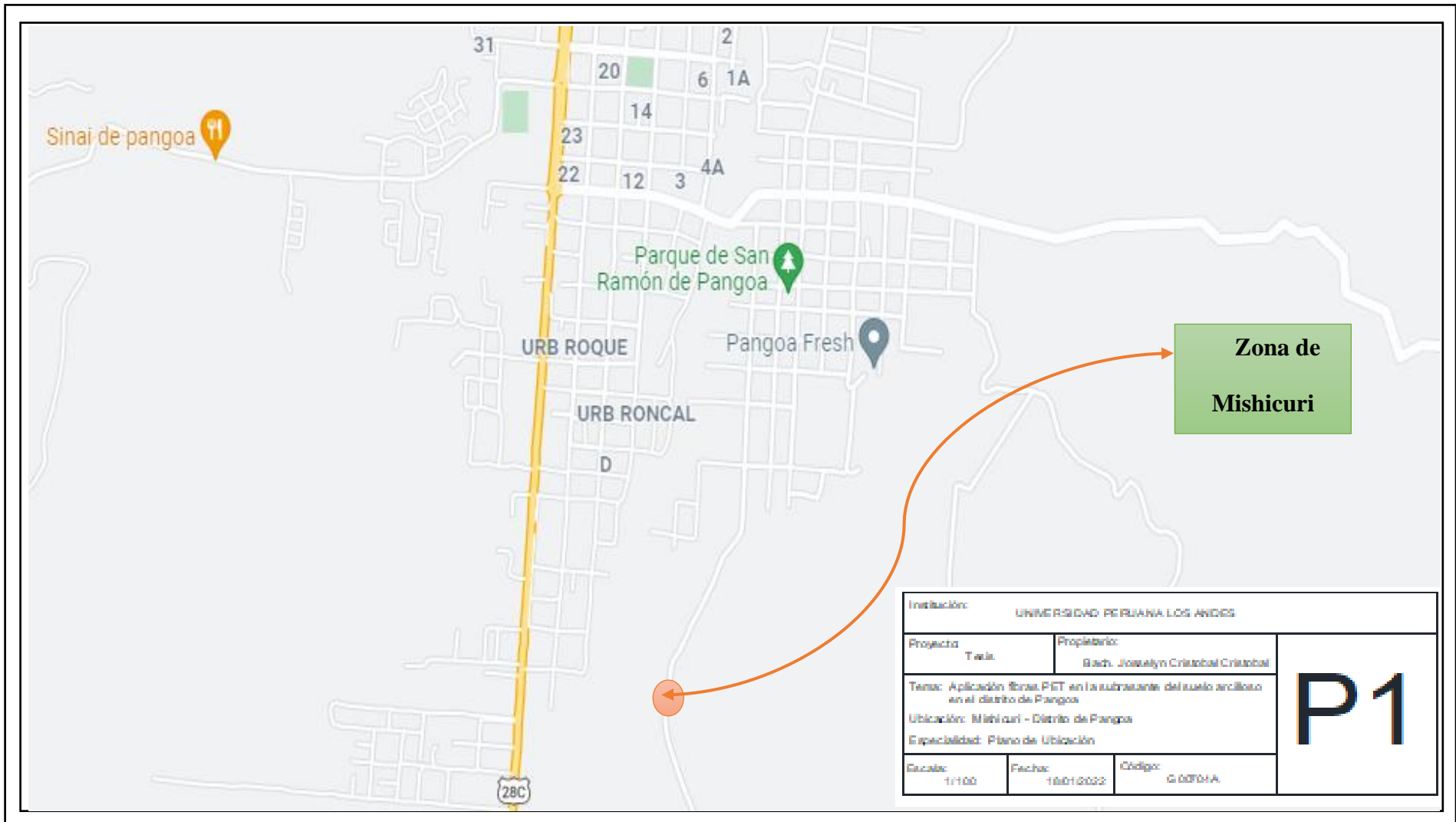
Observaciones: ---

FECHA DE EMISIÓN : 20/12/2021

APROBADO POR:
 Nombre / Cargo: **Herbert Saizta Ando**
 Director Técnico
 Firma: 

2-2

Anexo N° 4: Planos



**Anexo N° 5: Certificado de acreditación y alcance de acreditación
del laboratorio**

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente Certificado de Acreditación a:

SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Sector 2, Grupo 16, Mz B, Lote 1A, distrito de Villa El Salvador, provincia de Lima y departamento de Lima
Con base en la norma

NTP- ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 21 de abril de 2018

Fecha de Vencimiento: 20 de abril de 2021

MÓNICA MUÑOZ CABANAS
Directora, Dirección de Acreditación – INACAL

Entidad N° : 0028-2018-INACAL/DA
Código N° : 018-2018-INACAL/DA
Registro N° : I.E. - 121

Fecha de emisión: 09 de mayo de 2018

El presente certificado tiene validez en su correspondiente Área de Acreditación y dentro de los límites de competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, siempre que se cumpla con los requisitos de la Norma Técnica Peruana NTP-ISO/IEC 17025:2006 y se mantenga actualizado el sistema de gestión de calidad del laboratorio de ensayo y calibración de acuerdo al presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es miembro del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Acreditación (MRA) de las Américas, Acreditación Cooperativa (CAC) - Organismo de Acreditación (OA) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Acreditación (MRA) de los Países de América Latina y el Caribe (ALC).

DA-acr-06P-024 Ver. 02

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.

Ubicado en : Sector 2, Grupo 16, Mz. B, Lote 1A, Villa el Salvador, Lima
 Proceso : Acreditación
 Expediente N° : 0037-2017-DA
 Informe Ejecutivo N° : 0118-2018-DA
 Vigencia de la Acreditación : Del 2018-04-21 al 2021-04-20
 Acreditado con la Norma : NTP-ISO/IEC 17025:2006
 Código de Registro : LE - 121
 Fecha de Actualización : 2018-04-23

Laboratorio : SOTELO & ASOCIADOS




Campo de Prueba : FÍSICOS

N°	Tipo Ensayo	Norma Referencia	Año	Título
1	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO EN AGREGADOS	ASTM C 136 / C136M - 14	2014	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
Producto(s): AGREGADOS				
2	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO EN SUELOS	NTP 339.126 (Revisada 2014)	1999	SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico
Producto(s): SUELO				
3	CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO	AASHTO M 145	2012	Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
Producto(s): SUELO				
4	CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS	ASTM D 2487- 11	2011	Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
Producto(s): SUELO				
5	CONTENIDO DE HUMEDAD EN ROCA	ASTM D 2216 - 10	2010	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
Producto(s): ROCA				
6	CONTENIDO DE HUMEDAD EN SUELOS Y AGREGADOS	ASTM D 2216 - 10	2010	Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass
Producto(s): AGREGADOS				
Producto(s): SUELO				

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

7	LÍMITE LÍQUIDO DEL SUELO	ASTM D 4318 - 10	2010	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
				Producto(s): SUELO
8	LÍMITE PLÁSTICO DEL SUELO	ASTM D 4318 - 10	2010	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
				Producto(s): SUELO
9	PASANTE DE LA MALLA N°200	ASTM C 117 - 13	2013	Standard Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing
				AGREGADOS
				SUELO

Anexo N°6: Certificado de calibración de equipos

		 				
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	BOTELO & ASOCIADOS S.A.C.					
DIRECCIÓN:	CAL. BOULEVARD AÑO. 182 DPRO. 481 URB. HONORIS DE MONTECERRO CHICO, SANTIAGO DE SURCO					
TELÉFONO:	888 245 199					
PERSONAL DE CONTACTO:	ADILA VALDEZ RODRIGUEZ					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	MICRÓMETRO DE EXTERIORES	MODO DE LECTURA:	DIGITAL			
MARCA:	INSIZE	UNIDAD DE MEDIDA:	mm			
MODELO:	3530 25A	DIVISIÓN DE ESCALA:	0.001			
SERIE:	511114321	INTERVALO DE MEDIDA:	0 a 25 mm			
CÓDIGO:	LS-320	UBICACIÓN:	NO ESPECÍFICA			
EQUIVAMENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	VENCE CAL.
ELP-T-259	JUOGO DE BLOQUES PATRÓN	METUTOYO	8MS-18A-E1DZ	1203718	2020-07-30	2023-07-30
ELP-P1-010	TERMOMETRO DIGITAL	CENTER	309	17300050	2020-05-25	2021-05-25
ELP-P1-059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6333	181821842	2020-11-05	2021-11-05
ELP-P1-038	TERMOMETRO	CENTER	342	140791832	2020-05-25	2021-05-25
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del IACAL (Instituto Nacional de la Calidad - Perú) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INM).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON BLOQUES PATRÓN CONVENCIONALES (BPL)	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	20.0 °C ±0.1 °C			
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM DI 005-2010 (EDICIÓN DIGITAL 1)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	56.8 %RH ±0.3 %RH			
PROCEDIMIENTO:	PEC-ELP-21	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1000.1 Pa ±0.1 Pa			
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 1 - ELICROM					
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN						
Nominal	Lectura Item	Valor del Patrón	Error de Medida	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	
mm	mm	mm	mm	mm		
0,0	0,000	1,00000	0,00000	0,00050	2,00	
2,5	2,500	2,50002	-0,00002	0,00050	2,00	
5,1	5,100	5,10003	-0,00003	0,00050	2,00	
7,7	7,700	7,70000	-0,00000	0,00050	2,00	
10,3	10,300	10,30006	-0,00006	0,00050	2,00	
12,9	12,900	12,90007	-0,00007	0,00050	2,00	
15,5	15,500	15,50001	-0,00001	0,00050	2,00	
17,6	17,600	17,60008	-0,00008	0,00050	2,00	
20,2	20,200	20,20001	-0,00001	0,00050	2,00	
22,8	22,800	22,80005	-0,00005	0,00050	2,00	
25,0	25,000	25,00003	-0,00003	0,00050	2,00	
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM) 1995 with minor corrections "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicado la incertidumbre típica (combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%). Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el Item aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.						
NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Fidel Pineda					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-02-04	FECHA DE EMISIÓN:	2021-02-04			
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-02-04					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente general - Autorización PE220519SP



Sustento legal de firma electrónica



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-389-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 114-2021
 Fecha de Emisión : 2021-08-19

1. Solicitante : SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.

Dirección : CAL BOULEVARD NRO. 182 DPTO. 401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : PAJ2102

Número de Serie : B516832260

Alcance de Indicación : 2 100 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-202

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-08-13

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

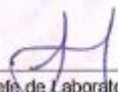
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.
SECTOR 2 MZA. B LOTE. 1-A GRU. 16 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F05 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-389-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	17,0	17,1
Humedad Relativa	71,6	72,6

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 2 100,00 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 2 099,89 g para una carga de 2 100,00 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

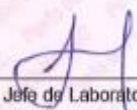
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
DISLOCACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 17,1			Final 17,0		
	Carga L1 ^m 1 050,00 g			Carga L2 ^m 2 100,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1 050,01	0,008	0,006	2 100,00	0,007	-0,003
2	1 050,00	0,006	-0,002	2 100,00	0,006	-0,002
3	1 050,01	0,008	0,006	2 100,00	0,009	-0,005
4	1 050,00	0,007	-0,003	2 100,00	0,008	-0,004
5	1 050,00	0,006	-0,002	2 100,00	0,007	-0,003
6	1 050,00	0,008	-0,004	2 100,01	0,006	0,008
7	1 050,00	0,007	-0,003	2 100,00	0,008	-0,004
8	1 050,00	0,006	-0,002	2 100,00	0,009	-0,005
9	1 050,00	0,008	-0,004	2 100,00	0,007	-0,003
10	1 050,00	0,009	-0,005	2 100,00	0,006	-0,002
Diferencia Máxima	0,011			0,013		
Error máximo permitido ±	0,2 g			± 0,3 g		



PT-03 F05 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-389-2021

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17,0	17,1

Posición de la Carga	Determinación de E _g				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔI (g)	E _g (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	700,00	699,99	0,007	-0,012	-0,011
2		0,11	0,008	0,007		700,01	0,006	0,009	0,002
3		0,10	0,006	-0,001		700,00	0,008	-0,003	-0,002
4		0,10	0,009	-0,004		699,99	0,009	-0,014	-0,010
5		0,10	0,007	-0,002		699,99	0,007	-0,012	-0,010
					Error máximo permitido: ± 0,2 g				

(*) valor entre 0 y 10^e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17,1	17,1

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± exp (g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,500	0,50	0,007	-0,002	0,001	0,50	0,007	-0,002	0,001	0,1
10,000	10,00	0,006	-0,001	0,002	10,00	0,008	-0,003	0,000	0,1
50,000	50,00	0,008	-0,003	0,000	49,99	0,006	-0,011	-0,008	0,1
200,000	200,00	0,009	-0,004	-0,001	199,99	0,008	-0,013	-0,010	0,1
500,000	499,99	0,006	-0,011	-0,008	499,99	0,007	-0,012	-0,009	0,1
700,000	700,00	0,009	-0,004	-0,001	699,99	0,008	-0,013	-0,010	0,2
1 000,001	1 000,00	0,006	-0,002	0,001	999,99	0,009	-0,015	-0,012	0,2
1 500,001	1 500,00	0,008	-0,004	-0,001	1 500,00	0,007	-0,003	0,000	0,2
2 000,001	1 999,99	0,009	-0,015	-0,012	1 999,99	0,006	-0,012	-0,009	0,2
2 100,001	2 099,99	0,007	-0,013	-0,010	2 099,99	0,007	-0,013	-0,010	0,3

e en p : error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,89 \times 10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,65 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 2,44 \times 10^{-10} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔI: Carga incrementada E: Error exactado E_c: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-390-2021

Página: 1 de 3

Expediente : 114-2021
 Fecha de Emisión : 2021-08-19

1. Solicitante : SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.

Dirección : CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO. 401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : EX24001

Número de Serie : B748064521

Alcance de Indicación : 24 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : LS-254

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-08-13

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

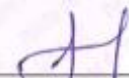
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.
 SECTOR 2 MZA. B LOTE. 1-A GRU. 16 - VILLA EL SALVADOR - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-390-2021

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	17,1	17,1
Humedad Relativa	72,6	73,6

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	M-0374-2021
	Pesa (exactitud F2)	M-0372-2021
	Pesa (exactitud F2)	M-0373-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 24 000,1 g. No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 12 000,0 g			Carga L2= 24 000,1 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	11 999,5	0,08	-0,58	24 000,3	0,06	0,19
2	12 000,3	0,07	0,23	24 000,3	0,08	0,17
3	12 000,3	0,06	0,24	24 000,1	0,07	-0,02
4	12 000,2	0,08	0,12	23 999,9	0,05	-0,21
5	11 999,6	0,09	-0,49	23 999,7	0,09	-0,44
6	11 999,8	0,07	-0,27	23 999,7	0,08	-0,43
7	11 999,9	0,05	-0,16	23 999,8	0,08	-0,33
8	11 999,8	0,09	-0,29	24 000,2	0,09	0,05
9	12 000,2	0,06	0,14	24 000,3	0,06	0,19
10	11 999,5	0,07	-0,57	23 999,8	0,08	-0,33
Diferencia Máxima			0,82	0,63		
Error máximo permitido ±			2 g	3 g		



PT-05 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-390-2021

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17,1	17,1

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,0	1,0	0,07	-0,02	8 000,0	8 000,2	0,08	0,14	0,16
2		1,0	0,08	-0,03		7 999,7	0,09	-0,37	-0,34
3		1,0	0,09	-0,04		8 000,6	0,06	0,76	0,80
4		1,0	0,07	-0,02		8 001,9	0,06	1,86	1,88
5		1,0	0,06	-0,01		7 999,2	0,09	-1,87	-1,86

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	17,1	17,1

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				k emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,07	-0,02						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,01	5,0	0,07	-0,02	0,00	1
500,00	500,1	0,06	0,09	0,11	500,0	0,09	-0,04	-0,02	1
1 000,00	1 000,1	0,09	0,06	0,08	1 000,2	0,07	0,18	0,20	1
2 000,00	2 000,2	0,07	0,18	0,20	2 000,0	0,06	-0,01	0,01	1
5 000,03	5 000,5	0,06	0,47	0,49	5 000,9	0,08	0,85	0,87	1
7 000,03	7 000,0	0,08	-0,06	-0,04	7 000,0	0,08	-0,04	-0,02	2
10 000,05	10 000,7	0,07	0,63	0,65	10 000,1	0,08	0,02	0,04	2
15 000,07	15 000,4	0,06	0,30	0,32	15 000,8	0,07	0,71	0,73	2
20 000,09	20 001,5	0,09	1,37	1,39	20 001,6	0,06	1,50	1,52	2
24 000,10	24 001,6	0,07	1,46	1,50	24 001,6	0,07	1,48	1,50	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 5,07 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{1,40 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 6,59 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error en cero E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0520-2021



EXP.: 104645
Pág. 1 de 2

Fecha de emisión : 2021 - 06 - 08

1. **Solicitante** : LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.
2. **Dirección** : Sector 2 Grupo 16 - Mz. B Lote 1A - Villa El Salvador
3. **Medida materializada** : **Pesas**
 - **Marca** : No indica
 - **Material** : Acero inoxidable
 - **Procedencia** : No indica
 - **N° de serie** : No indica
 - **Código** : No indica
 - **Valor Nominal** : 5 g / 20 g / 50 g / 200 g / 1 kg
 - **Clase de exactitud** : M1
 - **Cantidad** : 5 unidades
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2021 - 05 - 25
6. **Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 2ª Ed. : Abril 2015 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1070	Pesa patrón Clase : F1	M-0477-2020 / METROIL S.A.C
IM-1123	Pesa patrón Clase : E2	M-1129-2020 / METROIL S.A.C

8. **Condiciones de calibración**

- **Temperatura Ambiental** : 22,6 °C a 21,4 °C
- **Humedad Relativa** : 57,6 %H.R. a 55,5 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1000,5 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.


NILTON C. GUIZA VILLANUEVA
Laboratorio de Calibración



9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (M1)
1	LS-208	Cilíndrica con botón	NO TIENE	5 g	5 g - 0,2 mg	0,5 mg	1,6 mg
2	LS-205	Cilíndrica con botón	NO TIENE	20 g	20 g - 0,5 mg	0,8 mg	2,5 mg
3	LS-207	Cilíndrica con botón	TIENE	50 g	50 g + 0,8 mg	1,0 mg	3,0 mg
4	LS-206	Cilíndrica con botón	TIENE	200 g	200 g + 3,2 mg	3,0 mg	10 mg
5	LS-204	Cilíndrica con botón	TIENE	1 kg	1 kg + 12 mg	16 mg	50 mg

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permissible

10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpias las pesas.
- No se realizó ajuste a la pesa antes de su calibración.
- Se colocó en la caja que contiene la pesa una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° MA-04944-21
- Para la determinación de la masa se considero la densidad de la pesa 7950 kg/m^3
- El presente documento reemplaza al certificado de calibración N° M-0483-2021 emitido el 2021-05-27, reemplazo por códigos

FIN DEL DOCUMENTO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-0482-2021



EXP.: 104645
Pág. 1 de 2

Fecha de emisión : 2021 - 05 - 27

1. **Solicitante** : LABORATORIO SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.
2. **Dirección** : Sector 2 Grupo 16 - Mz. B Lote 1A - Villa El Salvador
3. **Medida materializada** : Pesa
 - **Marca** : No indica
 - **Material** : Acero inoxidable
 - **Procedencia** : No indica
 - **N° de serie** : No indica
 - **Código** : LS-203
 - **Valor Nominal** : 5 kg
 - **Clase de exactitud** : M1
 - **Cantidad** : 01 unidad
 - **Ubicación** : No indica
4. **Lugar de calibración** : Laboratorio de Masa - METROIL S.A.C.
5. **Fecha de calibración** : 2021 - 05 - 25
6. **Método de calibración**

La calibración se efectuó mediante el método de doble sustitución con los patrones del laboratorio, según el PC-016 2ª Ed. : Abril 2015 "Procedimiento para la calibración de pesas de precisión" del INDECOPI - SNM.

7. **Trazabilidad**
Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Código	Instrumento Patrón	Certificado de calibración
IM-1132	Pesa patrón Clase : F1	M-1115-2020 / METROIL S.A.C

8. Condiciones de calibración

- **Temperatura Ambiental** : 21,9 °C a 21,6 °C
- **Humedad Relativa** : 56,4 %H.R. a 55,5 %H.R.
- **Presión Atmosférica** : 1002,5 mbar

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

METROIL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.


NILTON C. GUIZA VILLANUEVA
Laboratorio de Calibración



9. Resultados

N°	IDENTIF.	FORMA	CAVIDAD DE AJUSTE	VALOR NOMINAL	MASA CONVENCIONAL	INCERTIDUMBRE	E.M.P. (±) (M1)
1	--	Cilíndrica con botón	TIENE	5 kg	5 kg + 40 mg	80 mg	250 mg

La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

E.M.P: Error Máximo Permisible

10. Observaciones :

- Manipular con cuidado y mantener limpia la pesa.
- No se realizó ajuste a la pesa antes de su calibración.
- Se colocó en la caja que contiene la pesa una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO", identificada con el N° MA-04945-21
- El código de identificación LS-203 se encuentra en una etiqueta pegada en la caja que contiene la pesa
- Para la determinación de la masa se considero la densidad de la pesa 7950 kg/m^3

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT-0640-2021

SERV - 0050 - 2021
Pág. 1 de 3

- 1. Cliente** : SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.
- Dirección** : Cal. Boulevard Nro. 162 Dpto. 401 Urb. Hogares De Monterrico Chico - Santiago De Surco - Lima - Lima
- 2. Equipo calibrado** : HORNO
- Marca : BIOBASE
- Modelo : GZX-GF101-4-BS-II/H
- Número de serie : 12011505
- Ventilación : Forzada
- Procedencia : No indica
- Identificación : LS-264
- Ubicación : Laboratorio de Suelos

Instrumento de medición del equipo:

Nombre	Tipo	Intervalo de indicación	Resolución
Termómetro de medición	Digital	No indica	0,1 °C
Dispositivo de control	Digital	0,0 °C a 400,0 °C	0,1 °C

- 3. Fecha y lugar de Calibración**
- Fecha de calibración : 2021-08-23
- Lugar de calibración : Instalaciones de SOTELO & ASOCIADOS S.A.C. ,Ubicado en Sector 2 Grupo 16 Mz. B Lt. 1A - Villa El Salvador - Lima - Lima

- 4. Método de Calibración**
- La calibración se efectuó por comparación directa según el procedimiento PC-015, 2da Ed. , "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de medios isotérmicos con aire como medio termostático", del INDECOPI-SNM.

- 5. Trazabilidad**
- Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Instrumento patrón	Certificado de calibración N°
Termómetro de código LT-TC-06 con 10 termopares tipo K (K06-49 al K06-55) con incertidumbre del orden de 0,15 °C a 0,17 °C.	LT-0297-2021 de SAT S.A.C.

- 6. Condiciones ambientales**
- Temperatura ambiental : Mínima : 19,7 °C Máxima : 21,3 °C
- Humedad relativa : Mínima : 53 %hr Máxima : 60 %hr

- 7. Condiciones de Calibración**
- La calibración se realizó bajo condiciones normales de uso del equipo.

N°	Temperatura de trabajo (°C)	Posición del Controlador (°C)	Porcentaje de carga (%)	Tipo de carga /muestras
1	60 ± 5	59,0	Aprox. 50	6 bowl conteniendo muestras de suelo.
2	110 ± 5	106,0		3 bowl conteniendo muestras de suelo.

Fecha de emisión: 2021-08-31

Jefe de Laboratorio de Temperatura

Jefe de División de Metrología



8. Resultados de la Medición

TEMPERATURA DE TRABAJO : 60 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Term. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Promedio "T_prom"	"T_max - T_min"
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	00	59,0	61,0	61,4	61,6	60,4	60,6	59,4	62,3	64,6	56,0	56,1	60,7	6,0
2	02	59,1	60,7	61,1	61,5	60,4	60,5	59,5	62,4	64,0	56,4	56,4	60,7	5,7
3	04	59,0	60,6	61,2	61,2	60,2	60,5	59,4	61,6	63,7	56,4	56,1	60,5	5,7
4	06	59,0	60,8	61,3	61,3	60,0	60,4	59,2	62,0	63,9	56,3	56,0	60,5	6,0
5	08	59,0	60,6	61,2	61,3	60,3	60,6	59,4	62,0	63,6	56,2	57,9	60,6	6,0
6	10	59,1	60,6	61,2	61,5	60,4	60,8	59,4	62,6	64,2	56,4	56,2	60,6	6,1
7	12	58,9	60,6	61,2	61,2	60,1	60,4	59,2	63,5	63,9	56,5	56,2	60,7	5,6
8	14	59,0	60,6	61,2	61,4	60,4	60,6	59,3	61,9	64,2	56,4	56,2	60,6	6,1
9	16	59,1	60,6	61,4	61,5	60,2	60,6	59,4	63,6	64,4	56,3	56,3	60,9	6,2
10	18	58,9	60,6	61,1	61,2	60,2	60,6	59,5	62,7	64,3	56,4	56,4	60,7	6,0
11	20	59,0	60,6	61,5	61,3	60,1	60,5	59,5	62,6	63,5	56,2	56,4	60,6	5,3
12	22	58,9	60,6	61,3	61,2	60,1	60,5	59,3	61,6	63,5	56,2	56,3	60,5	5,3
13	24	59,1	60,6	61,6	61,5	60,4	60,7	59,4	62,3	64,2	56,4	56,4	60,6	5,9
14	26	59,0	60,9	61,3	61,2	60,4	60,7	59,5	61,6	63,5	56,3	56,2	60,6	5,4
15	28	59,0	60,9	61,3	61,5	60,3	60,7	59,7	61,6	64,2	56,2	56,6	60,7	6,0
16	30	59,1	60,6	61,5	61,3	60,3	60,5	59,6	62,4	63,6	56,4	56,6	60,7	5,4
17	32	59,0	60,6	61,3	61,1	60,1	60,4	59,4	62,9	63,5	56,2	56,1	60,6	5,5
18	34	59,0	60,4	61,1	61,0	60,0	60,2	59,1	61,4	63,1	56,1	56,2	60,3	5,0
19	36	59,1	60,7	61,3	61,2	60,2	60,4	59,2	61,1	63,5	56,2	56,1	60,4	5,5
20	38	58,9	60,5	61,0	61,2	60,2	60,3	59,1	62,1	63,4	56,2	56,2	60,4	5,3
21	40	59,1	60,6	61,2	61,3	60,4	60,6	59,3	61,7	63,6	56,1	56,3	60,6	5,7
22	42	58,9	60,4	61,0	61,0	60,1	60,4	59,3	62,1	63,0	56,1	56,1	60,4	5,0
23	44	59,0	60,9	61,3	61,3	60,3	60,6	59,5	62,2	63,9	56,4	56,6	60,7	5,5
24	46	58,9	60,7	61,2	61,1	60,1	60,4	59,5	62,3	63,5	56,1	56,2	60,5	5,4
25	48	59,0	60,7	61,3	61,2	60,1	60,5	59,5	62,3	63,7	56,2	56,3	60,6	5,5
26	50	59,0	60,5	61,1	61,2	60,2	60,5	59,2	62,3	63,6	56,2	56,3	60,5	5,6
27	52	59,0	60,6	61,2	61,3	60,2	60,4	59,4	62,7	63,9	56,1	56,2	60,6	5,6
28	54	59,0	60,7	61,3	61,3	60,3	60,7	59,5	62,6	63,6	56,3	56,6	60,7	5,3
29	56	59,0	60,7	61,2	61,2	60,1	60,6	59,5	61,6	63,6	56,2	56,2	60,5	5,5
30	58	59,1	60,9	61,5	61,4	60,3	60,9	59,6	62,6	64,4	56,4	56,5	60,9	6,0
31	60	58,8	60,6	61,2	61,0	60,0	60,4	59,4	61,8	63,2	56,2	56,2	60,4	5,1
T.PROM	59,0	60,7	61,2	61,3	60,3	60,5	59,4	62,2	63,6	56,3	56,2	60,6		
T.MAX	59,1	61,0	61,6	61,6	60,4	60,9	59,7	63,6	64,6	56,5	56,6			
T.MIN	58,8	60,4	61,0	61,0	60,0	60,2	59,1	61,1	63,0	56,0	57,9			
DTT =(T.MAX-T.MIN)	0,3	0,6	0,6	0,6	0,4	0,7	0,6	2,5	1,6	0,5	0,7			

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	64,6	0,3
Mínima temperatura medida.	57,9	0,2
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	2,5	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	5,6	0,2
Estabilidad Medida (s)	1,25	0,04
Uniformidad Medida	6,6	0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-0640-2021
Pag. 3 de 5

TEMPERATURA DE TRABAJO : 110 °C ± 5 °C

N°	Tiempo (min)	Term. del equipo T (°C)	NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR					Promedio "T _{promedio"}	"T _{max} - T _{min} "
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10		
1	00	105,0	109,2	110,7	110,8	109,5	109,2	107,5	107,9	114,0	107,5	106,6	109,3	7,4
2	02	105,1	109,4	110,6	111,0	109,6	105,9	107,3	107,9	114,0	107,5	106,6	109,3	7,2
3	04	105,1	109,4	110,6	110,8	109,5	109,2	107,3	108,0	113,5	107,4	106,6	109,3	6,7
4	06	107,7	109,0	110,4	110,4	109,0	106,6	107,3	106,0	113,2	107,2	106,4	109,0	6,6
5	08	105,0	109,4	110,6	110,8	109,3	109,2	107,3	107,9	114,0	107,4	106,6	109,3	7,2
6	10	105,0	108,9	110,3	110,5	109,2	106,9	107,0	106,2	113,2	107,4	106,6	109,1	6,4
7	12	105,0	108,7	110,5	110,5	109,0	106,6	106,9	107,6	112,6	107,4	106,6	108,9	6,0
8	14	105,0	109,2	110,5	110,8	109,5	109,1	107,2	108,1	114,0	107,4	106,7	109,3	7,3
9	16	105,0	108,6	110,5	110,4	109,2	109,3	107,3	107,6	113,6	107,6	106,9	109,1	6,7
10	18	105,1	108,5	110,5	110,4	109,0	106,9	107,1	106,4	112,6	107,6	106,9	109,0	5,9
11	20	105,0	108,7	110,3	110,4	109,1	109,0	107,0	107,9	113,6	107,2	106,6	109,0	6,6
12	22	105,0	109,0	110,3	110,4	109,1	106,6	107,0	106,1	112,6	107,4	106,6	109,0	6,0
13	24	105,0	108,9	110,3	110,4	109,1	106,6	106,6	107,9	112,6	107,4	106,6	108,9	6,0
14	26	105,0	108,7	110,5	110,3	108,9	106,7	106,9	106,1	112,6	107,2	106,6	108,9	6,0
15	28	105,0	108,6	110,3	110,3	109,0	106,7	106,7	107,4	113,2	107,4	106,6	108,9	6,5
16	30	105,0	108,6	110,4	110,6	108,9	106,6	106,9	107,9	112,9	107,2	106,7	108,9	6,2
17	32	107,9	109,0	110,3	110,1	108,9	106,9	106,9	106,0	113,1	107,3	106,7	108,9	6,4
18	34	105,1	109,1	110,5	110,3	109,0	108,1	107,0	107,6	113,0	107,5	106,6	109,0	6,2
19	36	105,0	108,6	110,3	110,5	109,0	106,7	106,6	106,0	113,0	107,4	106,9	108,9	6,2
20	38	107,9	108,3	110,3	110,1	108,7	106,7	106,6	107,6	112,6	107,2	106,5	108,7	6,1
21	40	105,0	108,7	110,4	110,1	108,6	106,6	106,7	107,6	113,0	107,3	106,7	108,6	6,3
22	42	105,0	109,0	110,6	110,3	109,0	109,1	107,1	106,1	113,5	107,3	107,0	109,1	6,5
23	44	105,0	108,5	110,3	110,3	109,0	106,9	106,9	106,0	113,1	107,5	107,0	109,0	6,2
24	46	105,0	108,7	110,7	110,3	108,7	106,6	106,6	106,0	112,5	107,2	106,9	108,9	5,7
25	48	105,0	108,6	110,4	110,6	108,9	109,0	106,6	106,2	112,6	107,4	107,2	109,0	6,0
26	50	105,0	108,7	110,5	110,3	108,6	106,6	107,0	106,1	112,6	107,2	107,0	108,9	5,6
27	52	105,0	108,5	110,3	110,3	109,0	106,6	106,6	107,9	112,6	107,3	107,0	108,9	6,0
28	54	105,0	108,9	110,4	110,4	109,0	109,1	106,9	106,1	112,6	107,1	106,9	109,0	5,9
29	56	105,0	108,9	110,1	110,7	109,1	109,1	107,0	106,5	113,1	107,3	107,0	109,1	6,1
30	58	107,9	108,9	110,3	110,2	108,6	106,9	106,6	106,1	112,6	107,3	106,6	108,9	5,6
31	60	105,1	108,7	110,4	110,2	108,9	106,7	106,9	106,0	113,0	107,1	106,6	108,9	6,4
T.PROM		105,0	108,6	110,4	110,5	109,0	109,0	107,0	106,0	113,1	107,3	106,6	109,0	
T.MAX		105,1	109,4	110,7	111,0	109,6	109,3	107,5	106,5	114,0	107,6	107,2		
T.MIN		107,7	106,3	110,1	110,1	108,7	106,6	106,6	107,4	112,5	107,1	106,4		
DTT =(T.MAX-T.MIN)		0,4	1,1	0,6	0,9	0,9	0,7	0,9	1,1	1,5	0,5	0,6		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima temperatura medida.	114,0	0,4
Mínima temperatura medida.	105,4	0,3
Desviación de la Temperatura en el Tiempo.	1,5	0,1
Desviación de la Temperatura en el Espacio.	6,3	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,75	0,04
Uniformidad Medida	7,4	0,2



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON REGISTRO N° LC-014



Certificado de Calibración N° LT-0640-2021
Pág. 4 de 5

T PROM promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom promedio de las temperaturas en las 10 posiciones de medición para un instante dado.
T MAX Temperatura máxima
T MIN Temperatura mínima
DTT Desviación de temperatura en el tiempo.

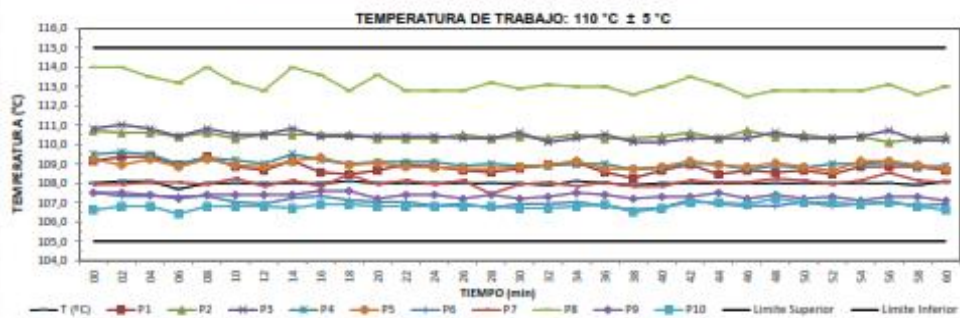
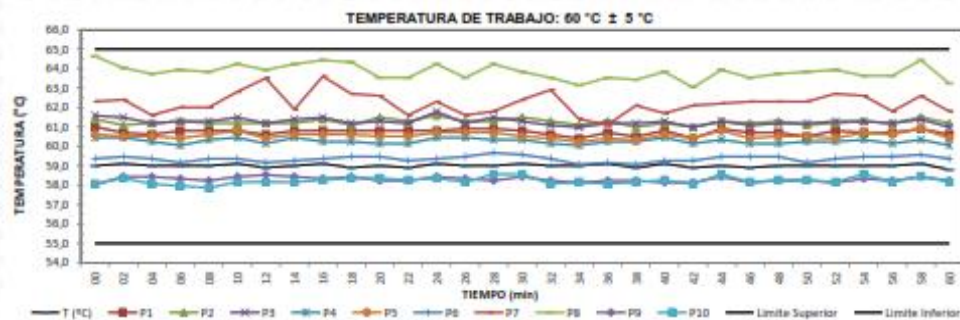
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ máx. DTT.

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Intermedio es: 0,05 °C

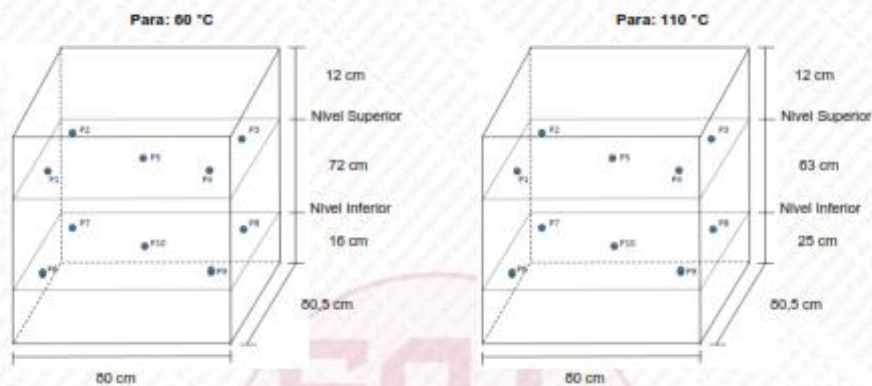
La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k = 2$, de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.

9. Gráfico: Temperatura en el interior del Equipo



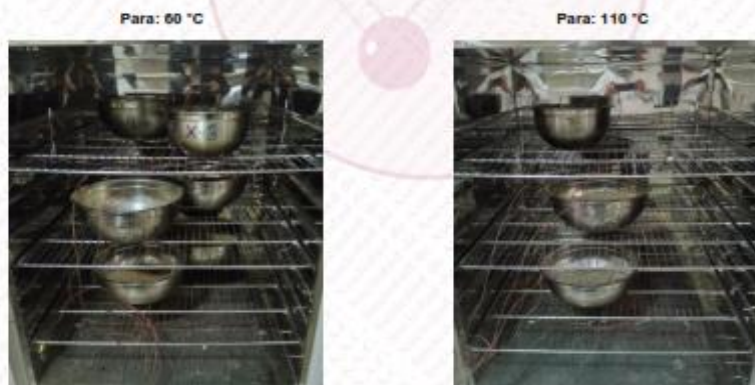


10. Gráfico: Distribución de los sensores en el equipo



- Los sensores P5 y P10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.
- Los sensores del P1 al P5 están ubicados a 15,5 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del P6 al P10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.
- Para 60 °C: Los sensores del P1 al P4 y P6 al P9 están ubicados a 11 cm de las paredes laterales y a 11 cm del frente y fondo del equipo.
- Para 110 °C: Los sensores del P1 al P4 y P6 al P9 están ubicados a 10 cm de las paredes laterales y a 15 cm del frente y fondo del equipo.

FOTOGRAFIA DEL INTERIOR DEL EQUIPO CON LAS MUESTRAS



11. Observaciones:

- Se colocó una etiqueta de color verde con la indicación CALIBRADO.
- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- La calibración se efectuó 1 hora después de haber encendido y cerrado el equipo.
- Además el equipo cuenta con operación del aire fresco: completamente cerrado.
- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura indicados en el ítem 7.

FIN DEL DOCUMENTO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-006 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
Modelo <small>Model</small>	GRANOTEST	
Número de Serie <small>Serial Number</small>	55741	
Identificación Interna <small>Internal Identification</small>	LS-231	
Malla <small>Mesh</small>	3 in.	
Solicitante <small>Customer</small>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <small>Address</small>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <small>City</small>	LIMA	
Fecha de Calibración <small>Date of calibration</small>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <small>Date of issue</small>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <small>Number of pages of the certificate and documents attachs</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrlogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R133

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | lbmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,200 mm	0,052 mm	2,88
Altura Nominal	50,8 mm	50,303 mm	0,068 mm	2,88
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,160 mm	0,076 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	3 in.	Abertura Nominal	75 mm
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	75 mm ± 1,999 mm	75,376 mm	21 µm
Abertura Máxima X	77,779 mm	76,625 mm	
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,539 mm	Aberturas medidas

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	6,3 mm			
Diámetro Máximo	7,2 mm	6,396 mm	21 µm	2,00
Diámetro Mínimo	5,4 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-006**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-008 RO

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 6"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	56460	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-234	
Malla <i>Mesh</i>	2 in.	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTEERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

[Signature]

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

[Signature]

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrólogo Laboratorio de Metrología

UM-PC-124-01 R13.3





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,205 mm	0,043 mm	2,88
Altura Nominal	50,8 mm	50,30 mm	0,11 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,183 mm	0,087 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	2 in.	Abertura Nominal	50 mm
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	50 mm ± 1,344 mm	49,343 mm	21 µm
Abertura Máxima X	52,06 mm	49,945 mm	
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,298 mm	Aberturas medidas all

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	5,0 mm			
Diámetro Máximo	5,8 mm	5,066 mm	21 µm	2,00
Diámetro Mínimo	4,3 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-008**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-002 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Página / Pág 1 de 3

Equipo <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
Modelo <small>Model</small>	GRANOTEST	
Número de Serie <small>Serial Number</small>	52250	
Identificación Interna <small>Internal Identification</small>	LS-214	
Malla <small>Mesh</small>	1 ½ in.	
Solicitante <small>Customer</small>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <small>Address</small>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTEERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <small>City</small>	LIMA	
Fecha de Calibración <small>Date of calibration</small>	2021 - 06 - 10	
Fecha de Emisión <small>Date of issue</small>	2021 - 06 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
 Director Laboratorio de Metrología


Tegr. Jaiver Arnulfo López
 Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R133

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | inform@metrologiapinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al tamiz en referencia se le efectuó una inspección visual que evidenció defectos en el marco que no comprometen el estado de la malla, la cual no presenta ninguna condición que impida la realización de mediciones. En general, el tamiz se encuentra en buen estado y, por ende, se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,22 mm	0,14 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,34 mm	0,17 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,228 mm	0,086 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	1 ½ in.	Abertura Nominal	37,5 mm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	37,5 mm ± 1,014 mm	37,463 mm	21 µm	
Abertura Máxima X	39,167 mm	37,695 mm	2,00	
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,099 mm	Aberturas medidas	all

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	4,5 mm			
Diámetro Máximo	5,2 mm	4,638 mm	21 µm	2,00
Diámetro Mínimo	3,8 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,1 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-002**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl. 18 #1038-72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-003 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	52698	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-217	
Malla <i>Mesh</i>	1 in.	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attaches</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LM-FC-124-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,245 mm	0,093 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,320 mm	0,066 mm	2,88
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,238 mm	0,053 mm	2,88

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	1 in.	Abertura Nominal	25 mm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	25 mm ± 0,882 mm	25,053 mm	21 µm	
Abertura Máxima X	26,238 mm	25,150 mm	2,00	
Desviación Estándar Máxima	No Aplica	0,065 mm	Aberturas medidas	all

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	3,6 mm			
Diámetro Máximo	4,1 mm	3,613 mm	21 µm	2,00
Diámetro Mínimo	3,0 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,1 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-003**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-004 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
Modelo <small>Model</small>	GRANOTEST	
Número de Serie <small>Serial Number</small>	52499	
Identificación Interna <small>Internal Identification</small>	LS-220	
Malla <small>Mesh</small>	¾ in.	
Solicitante <small>Customer</small>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <small>Address</small>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTEERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <small>City</small>	LIMA	
Fecha de Calibración <small>Date of calibration</small>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <small>Date of issue</small>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

[Signature Box]

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

[Signature Box]

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-024-01-013.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,25 mm	0,15 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,305 mm	0,079 mm	2,88
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,14 mm	0,13 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	¼ in.	Abertura Nominal	19 mm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	19 mm ± 0,522 mm	19,178 mm	21 µm	
Abertura Máxima X	20,013 mm	19,505 mm	2,00	
Desviación Estándar Máxima	0,393 mm	0,161 mm	Aberturas medidas	30

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	3,2 mm			
Diámetro Máximo	3,6 mm	3,052 mm	21 µm	2,00
Diámetro Mínimo	2,7 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,3 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-004**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-005 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Página / Pág 1 de 3


Equipo <small>Instrument</small>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
Modelo <small>Model</small>	GRANOTEST	
Número de Serie <small>Serial Number</small>	51707	
Identificación Interna <small>Internal Identification</small>	LS-223	
Malla <small>Mesh</small>	3/8 in.	
Solicitante <small>Customer</small>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <small>Address</small>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA-SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <small>City</small>	LIMA	
Fecha de Calibración <small>Date of calibration</small>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <small>Date of issue</small>	2021 - 08 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <small>Number of pages of the certificate and documents attached</small>	03	

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.


Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrologo Laboratorio de Metrología

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1035-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOMCO



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,26 mm	0,10 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,295 mm	0,063 mm	2,88
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,20 mm	0,10 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

	Designación	3/8 in.	Abertura Nominal	9,5 mm
	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	9,5 mm ± 0,265 mm	9,460 mm	21 µm	2,00
Abertura Máxima X	10,113 mm	9,555 mm		
Desviación Estándar Máxima	0,211 mm	0,047 mm	Aberturas medidas	30

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	2,2 mm	2,273 mm	21 µm	2,00
Diámetro Máximo	2,6 mm			
Diámetro Mínimo	1,9 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,3 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-005**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-001 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

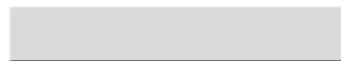
Página / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	51729	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-212	
Malla <i>Mesh</i>	No. 4	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrología Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX. 57 (1) 745 4555 - 3174233540 | lbmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOM.CO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	L - 21980-001, L - 20057-002 y L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al tamiz en referencia se le efectuó una inspección visual que evidenció defectos en el marco que no comprometen el estado de la malla, la cual no presenta ninguna condición que impida la realización de mediciones. En general, el tamiz se encuentra en buen estado y, por ende, se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,23 mm	0,13 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,293 mm	0,065 mm	2,88
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,18 mm	0,15 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 4	Abertura Nominal	4,75 mm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	4,75 mm ± 0,135 mm	4,696 mm	2,00	
Abertura Máxima X	5,123 mm	4,805 mm	21 µm	
Desviación Estándar Máxima	0,118 mm	0,066 mm	Aberturas medidas	30

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	1,6 mm			
Diámetro Máximo	1,9 mm	1,525 mm	21 µm	2,00
Diámetro Mínimo	1,3 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,1 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-001**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-011 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Página / Pág 1 de 3

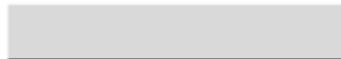
Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	56805	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-239	
Malla <i>Mesh</i>	No. 10	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 10	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attachs</i>	03	

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

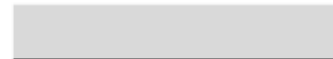
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LAB-124-011 R0.2

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Reglilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21980-003, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,223 mm	0,062 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,32 mm	0,10 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,23 mm	0,11 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 10	Abertura Nominal	2 mm
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	2 mm ± 0,059 mm	1986,8 µm	2,00
Abertura Máxima X	2,204 mm	2045,0 µm	2,00
Desviación Estándar Máxima	0,064 mm	28,1 µm	50

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,900 mm			
Diámetro Máximo	1,040 mm	916,2 µm	8,2 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,770 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R133



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,3 °C	Humedad Máxima:	55 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	54 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-011**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | Pbx. 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-015 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	80362	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-362-R	
Malla <i>Mesh</i>	No. 60	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO (FRENTE A LA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

[Signature]

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

[Signature]

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01-R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Reglilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21980-003, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,240 mm	0,086 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,283 mm	0,041 mm	2,44
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,165 mm	0,085 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 60	Abertura Nominal	250 µm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	250 µm ± 8,902 µm	251,8 µm	2,00	
Abertura Máxima X	302,038 µm	261,9 µm	2,00	
Desviación Estándar Máxima	16,11 µm	4,3 µm	Aberturas medidas	160

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,160 mm			
Diámetro Máximo	0,190 mm	181,9 µm	2,1 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,130 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,3 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-015**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-016 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	81811	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-363-R	
Malla <i>Mesh</i>	No. 100	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTEERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA-SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Reglilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21980-001, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,195 mm	0,072 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,283 mm	0,052 mm	2,66
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,175 mm	0,053 mm	2,88

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 100	Abertura Nominal	150 µm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	150 µm ± 5,963 µm	147,31 µm	0,96 µm	
Abertura Máxima X	188,316 µm	152,43 µm	2,00	
Desviación Estándar Máxima	11,86 µm	2,31 µm	Aberturas medidas	200

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,100 mm			
Diámetro Máximo	0,115 mm	106,03 µm	0,96 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,085 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R133



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-016**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-017 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	84401	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-364-R	
Malla <i>Mesh</i>	No. 140	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTEERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233543 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOM.CO



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Reglilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21980-001, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,215 mm	0,085 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,293 mm	0,033 mm	2,24
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,20 mm	0,11 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 140	Abertura Nominal	106 µm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	106 µm ± 4,659 µm	106,26 µm	2,00	
Abertura Máxima X	137,372 µm	112,59 µm	0,99 µm	
Desviación Estándar Máxima	9,65 µm	2,80 µm	Aberturas medidas	200

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,071 mm			
Diámetro Máximo	0,082 mm	75,32 µm	0,99 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,060 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-017**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-018 RO

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	84099	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-365-R	
Malla <i>Mesh</i>	No. 200	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 08 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attach</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Jaiver Arnulfo López
Metrologo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R13.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21980-001, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,198 mm	0,091 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,28 mm	0,11 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,190 mm	0,088 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 200	Abertura Nominal	75 µm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	75 µm ± 3,733 µm	75,24 µm	0,74 µm	2,00
Abertura Máxima X	100,886 µm	79,23 µm		
Desviación Estándar Máxima	8,04 µm	1,78 µm	Aberturas medidas	250

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,050 mm			
Diámetro Máximo	0,058 mm	53,22 µm	0,74 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,043 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R13.3



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,3 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-018**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

L-24066-019 R0

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 8" PARA LAVADO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	62058	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	LS-366-R	
Malla <i>Mesh</i>	No. 200	
Solicitante <i>Customer</i>	SOTELO & ASOCIADOS S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	CAL. BOULEVARD NRO. 182 DPTO.401 URB. HOGARES DE MONTERRICO CHICO(FRENTE A ALA EMBAJADA DE LOS EE UU) LIMA- LIMA- SANTIAGO DE SURCO	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 06 - 12	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 06 - 18	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate



Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología



Tecg. Jaiver Arnulfo López
Métrólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-124-01 R12.3

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOMCO





DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11:2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Reglilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21980-001, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm + 0,76 mm	203,188 mm	0,085 mm	3,32
Altura Nominal	Altura No Estándar	100,070 mm	0,034 mm	2,26
Diámetro de Tamizado	190,2 mm	190,180 mm	0,052 mm	2,88

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 200	Abertura Nominal	75 µm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Promedio Y	75 µm ± 3,733 µm	76,44 µm	0,73 µm	
Abertura Máxima X	100,886 µm	80,58 µm	2,00	
Desviación Estándar Máxima	8,04 µm	1,72 µm	Aberturas medidas	250

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,050 mm			
Diámetro Máximo	0,058 mm	53,40 µm	0,73 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,043 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LM-PC-12-F-01 R133



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,4 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	19,3 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24066-019**

Fin de Certificado

LM-PC-12-F-01 R13.3

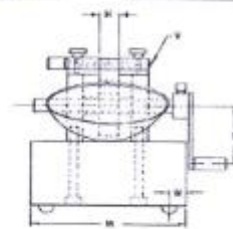
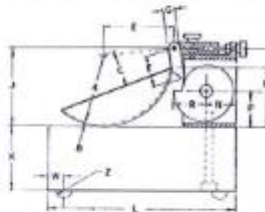
VERIFICACIÓN DE EQUIPO

EQUIPO A VERIFICAR: COPA CASAGRANDE

CODIGO: L5-265

FECHA: 15-08/2021

BASE :		Valores tomados				Especificaciones
1) Espesor - Letra K (mm)		50.15	50.48	50.13	50.17	: 50 ± 2 mm
2) Largo - Letra L (mm)		149.86	150.15	150.10	150.20	: 150 ± 2 mm
3) Ancho - Letra M (mm)		125.20	125.19	125.20	125.15	: 125 ± 2 mm
Resiliencia:						
4) Medicion del Rebote		OK	OK	OK	OK	: de 7.7 a 9.0 pulg
COPA :		Valores tomados				Especificaciones
6) Espesor de copa - Letra B (mm)		2.10	2.08	2.10	2.10	: 2 ± 0.1 mm
8) Alto pivot-base - Letra J (mm)		58.97	60.10	59.30	60.10	: 60 ± 1.0 mm
10) Peso de copa + manubrio (g)		202.50	202.10	201.41	202.30	: 188 a 215 g
CALIBRADOS :		Valores tomados				Especificaciones
11) Ancho (mm)		25.00	25.00	25.00	25.00	: 25 mm
12) Espesor (mm)		10.01	10.01	10.00	10.02	: 10 ± 0.05 mm
13) Largo (mm)		50.0	50.0	49.99	50.0	: 50 mm
7) Desgaste de base - El punto de la base donde la copa hace contacto no debera presentar desgaste mayor de 10 mm de diametro		0.8				: 10 mm
9) Desgaste del sujetador de Copa - Verificar que el pivote del sujetador de copa no se trabo y que no este desgastado hasta el punto que permita más de 3 mm de movimiento lado a lado del punto más bajo de la copa.		0.0				: 3 mm
8) Desgaste de Copa - Reemplaza la copa cuando la herramienta de ranurado haya originado en la copa una deformación de 0.1 mm de profundidad o cuando el rebote de la copa haya sido reducido a la mitad de su espesor original.		0.0				: 0.1 mm
10) Desgaste de Leva - La leva no se desgastará a un punto tal que la copa descienda antes que el sujetador de la copa (manubrio de leva) pierda contacto con la leva.		Conforme				Revisión (OK o MALA)



Equipo utilizado:	Micrómetro	Pie de rey	Retículo	Balanza	Relevet test
Código:	320	317		102	

Realizado por: S.B.A

Revisado y Aprobado por: H.S.A

Anexo N° 7: Panel fotográfico



Fotografía 1. Extracción de muestra de la progresiva KM 0+000



Fotografía 2. Extracción de muestra de la progresiva KM 0+500



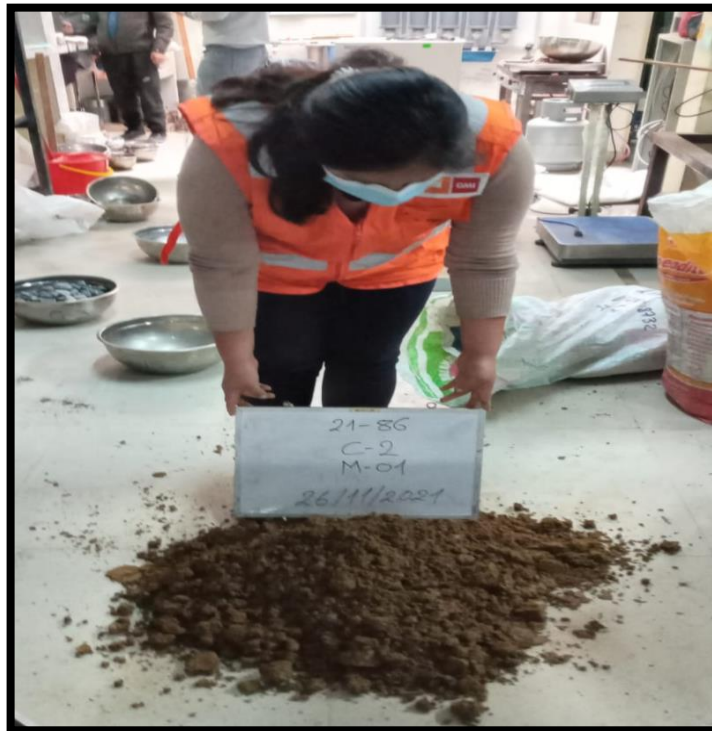
Fotografía 3. Extracción de muestra de la progresiva KM 1+000



Fotografía 4. Las muestras separadas para ser trabajadas en el laboratorio.



Fotografía 5. Muestra de la progresiva KM 0+000



Fotografía 6. Muestra de la progresiva KM 0+500



Fotografía 7. Muestra de la progresiva KM 1+000



Fotografía 8. Cuarteo de Muestra.



Fotografía 9. Recolección de muestra para determinar el porcentaje de humedad.



Fotografía 10. Lavado de la muestra



Fotografía 11. Lavado de muestra por la malla N° 200



Fotografía 12. Muestra pasante la malla N° 200



Fotografía 13. Secado de muestra en el horno.



Fotografía 14. Preparación de la muestra para el límite líquido.



Fotografía 15. Muestra en la copa casa grande.



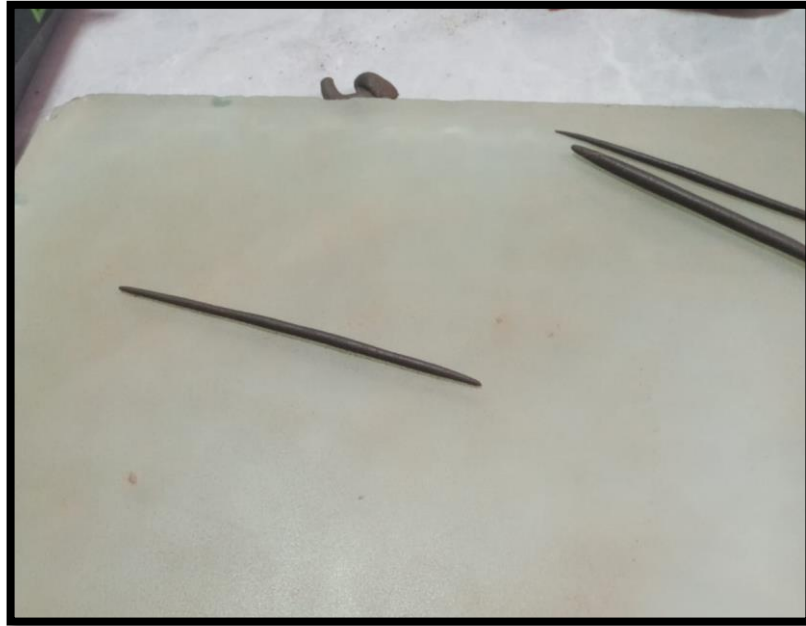
Fotografía 16. Muestra ranurada.



Fotografía 17. Muestra antes de accionar la cazuela.



Fotografía 18. Recolección de muestra para determinar el porcentaje de humedad.



Fotografía 19. Rollo formado para obtener la plasticidad de la muestra.



Fotografía 20. Muestra agrietada lista para ser pesada.



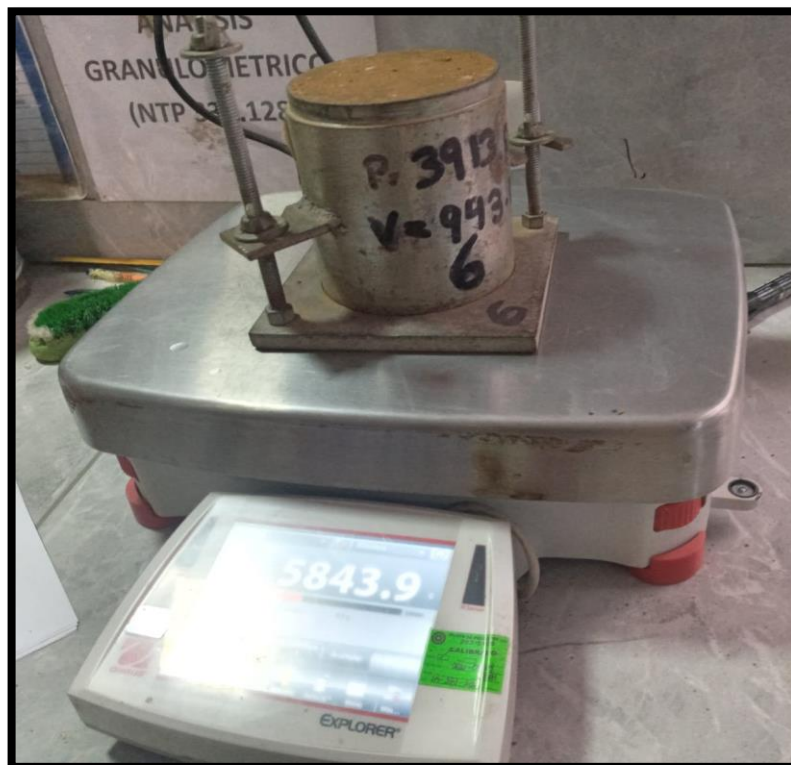
Fotografía 21. Muestra preparada para el proctor.



Fotografía 22. Compactación de la muestra.



Fotografía 23. Enrasado de muestra compactada.



Fotografía 24. Peso del molde más suelo compactado.



Fotografía 25. Inmersión del molde en agua.



Fotografía 26. Ensayo de CBR.



Fotografía 27. Fibras PET



Fotografía 28. Fibras PET más la muestra.



Fotografía 29. Mezcla de la arcilla con la fibra PET.



Fotografía 30. Resultado de mezcla entre las fibras PET y la arcilla.



Fotografía 31. Compactación de la mezcla de fibras PET y la arcilla.



Fotografía 32. Ensayo de CBR de la mezcla de arcilla y fibras PET.