



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Evaluación del Rendimiento Mecánico del  
Concreto, Reemplazando Parcialmente el  
Cemento por Cenizas de Madera Faique**

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

**Autor**

Bach. Cespedes Mejia Juan Isai

<https://orcid.org/0000-0002-8559-1094>

**Asesor**

Mag. Idrogo Pérez Cesar Antonio

<https://orcid.org/0000-0003-4232-0144>

**Línea de Investigación**

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

**Sublínea de Investigación**

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

**Pimentel – Perú**

**2023**



Universidad  
Señor de Sipán

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado del Programa de Estudios de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

### **EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQUE**

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

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Cspedes Mejia Juan Isai	DNI: 75412841	
-------------------------	---------------	---

Pimentel, 30 de Octubre del 2023.

# REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS**

AUTOR

**Juan Isai Céspedes Mejía**

RECuento DE PALABRAS

**17487 Words**

RECuento DE CARACTERES

**81238 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**69 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**904.6KB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 24, 2023 7:47 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 24, 2023 7:48 AM GMT-5**

## ● 25% de similitud general

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

- 22% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 17% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

## ● Excluir del Reporte de Similitud

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

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO,  
REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE  
MADERA FAIQUE**

**Aprobación del jurado**

---

**MAG. SÁNCHEZ DÍAZ ELVER**  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

**MAG. VILLEGAS GRANADOS LUIS MARIANO**  
**Secretario de Jurado de Tesis**

---

**MAG. SALINAS VAZQUES NESTOR RAUL**  
**Vocal de jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

Este trabajo de investigación está dedicado en primer lugar a Dios, a mi madre, quien tanto me apoyo en mi carrera profesional como en la vida inculcándome buenos valores, a mi hermana alentándome y sirviendo como ejemplo para superarme día a día, y a todos los que estuvieron a mi lado en mi carrera universitaria para que sea posible esta tesis.

**Cespedes Mejia Juan Isai**

## **Agradecimiento**

A mis padres por formarme con los valores necesarios, guiarme por un buen camino y apoyarme siempre en mis decisiones.

A mi hermana que gracias a sus consejos y sirviéndome de ejemplo puedo lograr este proyecto de investigación.

A la Universidad Señor de Sipán por ser mi centro de estudios donde pude culminar mi carrera universitaria y a mis docentes que me formaron durante mi formación universitaria.

A los Ingenieros Cristhian Coico y Sandro Ramos por la asesoría técnica la cual permitió la culminación de mi tesis.

**Cespedes Mejia Juan Isai**

## Índice

Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice de abreviaturas .....	ix
Índice de tablas .....	x
Índice de figuras .....	xi
Índice de anexos .....	xiii
Resumen .....	xv
Abstract .....	xvi
I. INTRODUCCIÓN .....	17
1.1 Realidad Problemática .....	17
1.2 Formulación del Problema .....	24
1.3 Hipótesis .....	24
1.4 Objetivos .....	24
1.5 Teorías relacionadas al tema .....	25
II. MATERIAL Y MÉTODO .....	33
2.1 Tipo y Diseño de Investigación .....	33
2.2 Variables, Operacionalización .....	33
2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección, validez y confiabilidad .....	38
2.5 Procedimientos de análisis de datos .....	38
2.6 Criterios éticos .....	40
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	41
3.1 Resultados .....	41
3.2 Discusiones .....	76
IV. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....	82
4.1 Conclusiones .....	82

4.2	Recomendaciones.....	83
V.	REFERENCIAS.....	84
VI.	ANEXOS .....	89

## Índice de abreviaturas

<b>A/C:</b>	Agua/Cemento
<b>ACI:</b>	American Concrete Institute
<b>ASTHO:</b>	American Association of state Highways and Transportation Officials.
<b>ASTM:</b>	American Society for Testing and Materials.
<b>AG:</b>	Agregado Grueso.
<b>INACAL:</b>	Instituto Nacional de Calidad.
<b>INDECI:</b>	Instituto Nacional de Defensa Civil
<b>NTP:</b>	Norma Técnica Peruana.
<b>CM:</b>	Ceniza de madera
<b>CMF:</b>	Ceniza de madera de faique.
<b>CSM:</b>	Materiales Cementicios Suplementarios.
<b>CM:</b>	Cenizas de Madera
<b>R.C:</b>	Resistencia a la Compresión
<b>R.F:</b>	Resistencia a la Flexión
<b>R.T:</b>	Resistencia a la Tracción
<b>M.E:</b>	Módulo de Elasticidad
<b>P.M.C:</b>	Propiedades Mecánicas del Concreto
<b>C.V:</b>	Cenizas Volante

## Índice de tablas

Tabla I	Aberturas de tamices de granulometría.....	26
Tabla II	Consistencia del concreto en estado fresco .....	28
Tabla III	Clasificación de los tipos de concreto.....	28
Tabla IV	Composición de cenizas de madera .....	31
Tabla V	.....	34
Tabla VI	Total de testigos de concreto con cenizas de madera faique en la resistencia de 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	36
Tabla VII	Total de testigos de concreto con cenizas de madera faique en resistencia de 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	37
Tabla VIII	Datos concretos de las canteras visitadas .....	41
Tabla IX	Ensayos del peso unitario suelto y compactado del A.F .....	43
Tabla X	Peso específico y absorción del A.F natural de la cantera Pacherez. ....	43
Tabla XI	Ensayo del contenido de humedad del A.F .....	44
Tabla XII	Ensayo de peso unitario suelto y compactado del A.G .....	45
Tabla XIII	Peso específico y absorción del A.G natural de la cantera Pacherez. ....	45
Tabla XIV	Contenido de humedad del A.G natural de la cantera Pacherez... ..	46
Tabla XV	Composición química de CMF .....	46
Tabla XVI	Diseños de mezcla del f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	48
Tabla XVII	Diseños de mezcla del f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	49

## Índice de figuras

Fig. 1 Cono de Abrams .....	27
Fig. 2 Árbol Faique .....	30
Fig. 3 Diagrama de Flujo .....	39
Fig. 4 Curva de granulometría del agregado fino de la cantera La Victoria.....	42
Fig. 5 Curva granulométrica del A.G .....	44
Fig. 6 Porcentajes de composición química de las CMF.....	47
Fig. 7 Versus de cada uno de los porcentajes en relación a su diseño patrón.	50
Fig. 8 Contrastes de temperaturas en los diseños al ser sustituido los porcentajes de cenizas .....	51
Fig. 9 Contenido de vacíos que se viene trabajando más las sustituciones de los diferentes porcentajes de ceniza.....	52
Fig. 10 Versus del peso unitario de los diseños con sus respectivos porcentajes de CMF.....	53
Fig. 11 Resis. a la compresión del diseño $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .con sustitución del cemento por CMF al 4%,7%,10% y 13%. .....	54
Fig. 12 Comparativa de $f'c$ en porcentaje de CMF al 4%,7%,10% y 13% en el diseño.210 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	55
Fig. 13 Resis. a la compresión del concreto $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> , más las sustituciones de los porcentajes al 4%, 7%, 10% y 13% con ceniza. ....	56
Fig. 14 Comparativa de $f'c$ en porcentaje de CMF al 4%,7%,10% y 13% en el diseño.280 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	57
Fig. 15 Resis. a la tracción del concreto en el diseño $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% .....	58
Fig. 16 Comparativa en MPa de la CMF al 4%, 7%, 10% y 13%. ....	59
Fig. 17 Resis. a la tracción del concreto con diseño 280 kg/cm <sup>2</sup> y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%.....	60
Fig. 18 Comparativa de MPa expresadas en porcentajes en el diseño $f'c$ 280 kg/cm <sup>2</sup> y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días. ....	61
Fig. 19 Resistencia a la flexión del concreto en un diseño $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%. ....	62

Fig. 20 Comparativa en MPa expresadas en porcentajes de CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días. ....	63
Fig. 21 Resistencia a la flexión del concreto con diseño f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> , más sustitución del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%. ....	64
Fig. 22 Comparativa de MPa expresadas en porcentajes de CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días. ....	65
Fig. 23 Diferencias de Módulo de elasticidad (Ec real) del C.P para un f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> a 7, 14 y 28 días. ....	66
Fig. 24 Comparativa de f'c expresada en porcentajes de CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a sus diferentes días de curado. ....	67
Fig. 25 Comparación del M.E en porcentajes del diseño de 210 kg/cm <sup>2</sup> y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% en los 28 días de curado. ....	68
Fig. 26 Comparación del Módulo de elasticidad del C.P para un diseño de f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> a 7, 14 y 28 días diseño patrón. ....	69
Fig. 27 Comparación de M.E del concreto patrón del diseño de 280 kg/cm <sup>2</sup> , más la sustitución del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 7,14 y 28 días. ....	70
Fig. 28 Comparación del M.E en porcentajes del diseño de 280 kg/cm <sup>2</sup> al ser reemplazado el cemento por cenizas al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días. ...	71
Fig. 29 Versus de los porcentajes óptimos de la CMF en las resistencias a de los diseños de 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> .....	72
Fig. 30 Comparativa en los diseños de 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> en el ensayo de tracción con el porcentaje del 10% de ceniza. ....	73
Fig. 31 Comparativa de los porcentajes óptimos en f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> en el ensayo de flexión aplicado al 10% de CMF .....	74

## Índice de anexos

Anexo 1 Informes de Ensayos de Laboratorio, Análisis Granulométrico del Agregado Fino y Grueso. ....	89
Anexo 2 Informes de Ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de Humedad del Agregado Fino y Grueso. ....	95
Anexo 3 Informes de Ensayo de Laboratorio, Peso Específico y Absorción del Agregado Fino y Grueso. ....	101
Anexo 4 Informe Químico.....	107
Anexo 5 Diseño de Mezcla del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	108
Anexo 6 Diseño de Mezcla del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	110
Anexo 7 Informe de Ensayo de Laboratorio, Asentamiento y Temperatura del Concreto en Estado Fresco.....	112
Anexo 8 Informe de Ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de Vacíos del Concreto en Estado Fresco. ....	115
Anexo 9 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Compresión Axial del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	120
Anexo 10 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Compresión Axial del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	125
Anexo 11 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Flexión del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	130
Anexo 12 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Flexión del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	134
Anexo 13 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Tracción del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	139
Anexo 14 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Tracción del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	144
Anexo 15 Informes de Ensayo de Laboratorio, Modulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	149
Anexo 16 Informes de Ensayo de Laboratorio, Modulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm <sup>2</sup> .....	154
Anexo 17 Análisis Estadístico .....	159
Anexo 18 Validez Y Confiabilidad Por 5 Jueces Expertos .....	163
Anexo 19 Panel fotográfico .....	168

Anexo 20 Matriz de consistencia de un proyecto de investigación.....	183
Anexo 21 Certificados de calibración de equipos de laboratorio.....	184
Anexo 22 Certificado de Registro de la Propiedad Industrial del Laboratorio	209
Anexo 23 Certificado de Acreditación de Laboratorio .....	210

# EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQUE

## Resumen

La presente investigación presentó como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del concreto, reemplazando parcialmente el cemento por cenizas de madera de faique. Así mismo, su metodología de investigación fue de tipo aplicada y diseño experimental, ya que la sustitución del cemento se realizó en porcentajes de 4%, 7%, 10% y 13% teniendo como diseño patrón de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Donde se evaluaron las propiedades físicas del concreto en estado fresco como asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario; también como las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido que son compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad. Los resultados obtenidos mostraron que la sustitución óptima del tratamiento corresponde al 10% de CMF, alcanzando fortalezas de  $269.08 \text{ kg/cm}^2$  y  $362.55 \text{ kg/cm}^2$  en compresión, 1.54 MPa y 1.96 MPa en tracción, por otra parte, en flexión se obtuvo 6.20 MPa y 7.20 MPa, mientras que en el módulo de elasticidad se alcanzó valores de  $251091 \text{ kg/cm}^2$  y  $268114 \text{ kg/cm}^2$ . Por consiguiente, se concluye que el porcentaje óptimo del tratamiento de 10% de CMF como sustitución parcial del cemento favoreció en las propiedades mecánicas del concreto, mientras que en las propiedades físicas se pudo identificar que mientras mayor sea el porcentaje de cenizas su asentamiento será menor en relación a su diseño patrón.

**Palabras claves:** Concreto, Propiedades físicas, Propiedades mecánicas, Cenizas de madera faique.

## Abstract

The objective of this research was to evaluate the mechanical properties of concrete, partially replacing the cement with faique wood ashes. Likewise, its research methodology was of an applied type and experimental design, since the replacement of the cement was carried out in percentages of 4%, 7%, 10% and 13%, having as a standard design of  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ . and  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ . Where the physical properties of the concrete in the fresh state were evaluated, such as settlement, temperature, air content and unit weight; as well as the mechanical properties of concrete in the hardened state, which are compression, bending, traction and modulus of elasticity. The results obtained showed that the optimal substitution of the treatment corresponds to 10% of CMF, reaching strengths of  $269.08 \text{ kg/cm}^2$  and  $362.55 \text{ kg/cm}^2$  in compression, 1.54 MPa and 1.96 MPa in traction, on the other hand, in flexion 6.20 MPa was obtained. and 7.20 MPa, while in the elasticity modulus values of  $251091 \text{ kg/cm}^2$  and  $268114 \text{ kg/cm}^2$  were reached. Therefore, it is concluded that the optimal percentage of the treatment of 10% of CMF as a partial substitution of cement favored the mechanical properties of the concrete, while in the physical properties it was possible to identify that the higher the percentage of ash, its settlement will be lower. in relation to its pattern design.

**Keywords:** Concrete, Physical properties, Mechanical properties, Faique wood ash.

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Realidad Problemática**

Actualmente las emisiones generadas por la fabricación de cemento están llevando a la contaminación del planeta, provocando daños al ecosistema [1]. La industria del cemento ha sido identificada como uno de los principales causantes de la utilización de cenizas de biomasa en el concreto. Además, se ha demostrado que las cenizas de materiales biológicos encuentran su aplicación en diversas áreas de la construcción [2]. Los problemas ambientales generada por la industria y el manejo desenfrenado de recursos no renovables lleva al uso de materiales de base biológica como una estrategia para mejorar el comportamiento mecánico del concreto [3], cada día se generan enormes cantidades de residuos de papel y madera debido al aumento de la producción, la eliminación de estos residuos en vertederos es costosa además de la escasez de terrenos adecuados que provocan una serie de problemas ambientales y de contaminación. [4]. La fabricación del cemento es responsable de casi el 15% del dióxido de carbono emitidas a nivel mundial, asociadas con la actividad humana [5], la biomasa de madera se considera un combustible neutro en carbono, ya que absorbe la misma cantidad de dióxido de carbono mientras que se libera al quemarlo [6]. Se han logrado avances significativos en el sector de la ingeniería para descubrir formas de utilizar materiales alternativos para productos de hormigón que puedan mejorar sus propiedades y reducir los impactos ambientales [7]; La industria maderera en la provincia de Ayacucho produce una gran cantidad de aserrín, principalmente a partir de troncos de Faique [8]. Huaraz cuenta desde hace mucho tiempo con hornos artesanales para cocinar, donde se utiliza la madera como material de combustión y se convierte en un material en polvo (ceniza), que en su mayoría se desecha, ya que la ceniza es un material con diversos químicos y composición tales como óxidos metálicos, dióxido de silicio y otras sustancias [9]. El aumento de los costos y la degradación ambiental causados durante la fabricación de cemento y la escasez de agregados naturalmente disponibles establecen la necesidad de investigar materiales alternativos para su uso en el concreto [10]. La población no cuenta con suficientes recursos económicos para construir casas con materiales de calidad y poder contratar profesionales calificados para brindar el la control e inspección necesaria en la construcción [11]. Los problemas que presentan hoy en día son la degradación, deterioro y mal estado de las estructuras de concreto ocasionado por varios factores que han afectado al concreto a largo plazo, como el mal uso de materiales de construcción [12]. De esta forma, se ensayó la adición de diferentes materiales de origen orgánico como aditivos o alternativas concretas [13],

el hormigón es funcionalmente muy ventajoso, ya que es un material alternativo e importante ampliamente utilizado en la edificación de casas y obras en general [14]. La mayoría de estructuras edificadas en Chiclayo son defectuosas, esto se debe a la mala supervisión de las constructoras en la ejecución de obras, los factores principales por este problema que presentan las construcciones vienen a ser la mala dosificación del hormigón, un mal curado del concreto, la mala realización del diseño de mezcla y variedades factores que intervendrán en las fallas del hormigón [15]. Pocas veces se ejecuta un control de calidad apropiado cuando se va a elaborar el concreto, la mayoría de obreros no realizan un proceso adecuado para la elaboración del hormigón, en esta investigación daremos a conocer por medios de ensayos que realizara al hormigón reemplazando en proporciones el cemento por cenizas de madera faique la cual observaremos el comportamiento físico – mecánico que va a causar en el concreto, y es así que nos llevara a la conclusión si es factible reemplazar cenizas de madera por cemento en la producción de un concreto [16].

En los trabajos previos, a nivel internacional, en la India [17] en la investigación “Uso de diferentes cenizas de residuos agrícolas en el hormigón para un reciclaje eficaz de los recursos disponibles localmente”. La investigación tuvo como objetivo determinar si las C.M influyen con beneficio en las propiedades del homigón. Su metodología fue cuasi-experimental ya que se elaboró ensayos para determinar la resistencia a la compresión del hormigón con 0%, 10%, 15% y 20% de C.M reemplazando al cemento. Obteniendo resultados que a los 28 días en un hormigón de un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> tuvo como esfuerzo a la compresión 28.4 MPa, 29.63 MPa, 24.42 MPa y 20.75 MPa. Se concluyó que la resistencia a la compresión óptima fue del 10%, ya que conforme aumente el porcentaje de sustitucion, disminuira el porcentaje por debajo del concreto patrón.

En la India, [18] en su investigación, tuvo como objetivo elaborar un concreto de alta resistencia mediante el uso de aditivos inorgánicos de cenizas de madera, metakaolin. La metodología presentada fue comprobar la compatibilidad estudiando las propiedades físicas-químicas de los materiales usados, donde se realizaron ensayos sustituyendo el 10%, 20% y 30% de cemento por cenizas de madera. Obteniendo como resultados a los 28 días en un  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> tuvo una resistencia a la compresión de 34.6 MPa, 28.5 MPa y 24.2 MPa. Se concluyó que el 20% fue el porcentaje óptimo de reemplazo de metacaolín por cemento, ya que presentaron resistencias por encima del concreto patrón.

En el país de Estados Unidos, [19] en la indagación “Estimación de la resistencia alternativa del hormigón de producción casera con análisis económico”, donde el objetivo fue estudiar la influencia de las cenizas de madera como sustitución parcial por peso del cemento en el hormigón. La metodología que se aplica es las mezcla de concreto con 10%, 15%, 20% y 25% como reemplazo parcial por peso de cemento. Los resultados obtenidos a los 28 días en un  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> con un 0% de cenizas tuvo un esfuerzo a la compresión de 35.21 MPa, con el 10% consiguió una resistencia de 26.14 MPa, con el 20% consiguió una resistencia de 24.70 MPa y con 25% consiguió una resistencia de 23.60 MPa. Se concluyó que el porcentaje óptimo fue el 10%, ya que mientras aumentó el porcentaje de reemplazo, sus resistencias en los ensayos mecánicos disminuyeron.

En el país de Malacia, [20] en su investigación “Uso de C.M en la tecnología de la construcción: una revisión”. Tuvo como objetivo proporcionar una revisión completa sobre el uso efectivo de C.M, incorporando para cemento o agregados en el concreto. La investigación tuvo como metodología presentar una descripción general del uso de cenizas residuales de madera con proporciones de 5%, 10%, 15% y 20% como reemplazo al cemento o agregados. Los resultados que se obtuvieron en un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, al 0% de sustitución consiguió 1.64 MPa al 5% consiguió un esfuerzo a la tracción de 2.95 MPa, con 10% consiguió un esfuerzo de 3.18 MPa, con 15% consiguió un esfuerzo de 2.88 MPa y con 20% se consiguió un esfuerzo de 1.73 MPa. Se concluyó que su reemplazo de cenizas residuales de madera fue beneficioso para el desarrollo sostenible del hormigón en un rango del 5-10%.

En el país de Etiopía, [21] en su investigación “Una investigación experimental sobre las propiedades mecánicas del hormigón mediante la sustitución parcial del cemento por cenizas de madera y polvo fino de concha marina”. Su objetivo fue analizar el efecto de las C.M y el polvo fino de conchas marinas reemplazando parcialmente el cemento en el concreto de grado M25. La investigación tuvo como metodología determinar varias P.M.C sustituyendo el cemento con 0%, 2.5%, 5% y 7.5% de ceniza de madera y polvo fino de concha llevando a cabo los ensayos respectivos. Los resultados a los 28 días de curado con un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> al 0% de reemplazo de C.M y polvo fino tuvo un esfuerzo de 29.23 N/mm<sup>2</sup>, con el 2.5% se obtuvo un esfuerzo de 32.54 N/mm<sup>2</sup>, con 5% se obtuvo un esfuerzo de 33.69 N/mm<sup>2</sup> y con el 7.5% se obtuvo un esfuerzo de 31.17 N/mm<sup>2</sup>. Se llegó a la conclusión que las C.M y el polvo fino de conchas marinas son favorables sobre las P.M.C hasta un 7.5% de sustitución.

En la India, [22] en su investigación “Evaluación de la permeabilidad de hormigones de alta resistencia utilizando metacaolín y ceniza de madera como reemplazo parcial del cemento”. Tuvo como objetivo fue analizar la conducta de la ceniza volantes con aditivo de cenizas de cascara de arroz como reemplazo del cemento en el hormigón. La metodología que se aplica la mezcla del concreto con las cenizas y el aditivo a un 0%, 10%, 15%, 20% y 25%. Los resultados a los 28 días de curado con el 0% de reemplazo de cenizas con una resistencia a la compresión de 31.5 MPa, con el 10% de reemplazo se consiguió un esfuerzo de 35.74 MPa, en el 15% de reemplazo consiguió 41.4 MPa, con el 20% se llegó a 39.6 MPa y con el 25% de reemplazo se obtuvo un esfuerzo de 38.45 MPa. Concluyendo que el reemplazo de cemento por cenizas volante con aditivo cascara de arroz fue favorable hasta un cierto porcentaje óptimo de reemplazo como el 15%.

En Chequia, [23] en su investigación “Estimación de las cenizas volantes de madera como alternativa de sustitución del cemento”. Su objetivo fue observar la calidad de un hormigón reemplazando el cemento por cenizas volantes para la absorción y permeabilidad del concreto. La investigación tuvo como metodología estudiar la estructura del hormigón utilizando cenizas volantes sustituyendo parcialmente el cemento a un porcentaje de 10%, 15% y 20%. Se concluyó que la absorción y sorptividad de agua se encontró en 1.49% para M25 y 0.59% para M40, entonces el hormigón de ceniza muestra una pequeña impregnación de agua al 10% de sustitución con cenizas volantes.

En el país de la India, [24] en su investigación “Resistencia del hormigón con cenizas de madera y residuos de vidrio como materiales de sustitución parcial”. Su objetivo fue estimar su idoneidad del esfuerzo a la compresión del concreto reemplazando el cemento por cenizas de aserrín. La investigación tuvo una metodología que estudian los parámetros de esfuerzo del concreto con cenizas al 5%, 10%, 15%, 18% y 20%. Los resultados obtenidos con el 5% de reemplazo de cenizas de aserrín tuvo una R.C de 24.85 MPa, con el 10% de reemplazo se obtuvo un esfuerzo de 26.5 MPa, con 15% de reemplazo se obtuvo un esfuerzo de 27.18 MPa, con el 18% se obtuvo un esfuerzo de 29.6 MPa y con el 20% de reemplazo se obtuvo un esfuerzo de 31.45 MPa. Se concluyó que las cenizas de aserrín podrían ser mezclado con cemento sin afectar adversamente las propiedades de resistencia del concreto.

En los trabajos previos a nivel nacional, en Piura [25], su investigación titulada “Estudio de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto usando ceniza de viruta de madera tornillo”. Su objetivo fue estudiar la influencia de las C.M tornillo en las P.M.C. La metodología estuvo orientada a unir hormigones elaborados con cementos TIPO V y la adición de cenizas al 1%, 3%, 5% y 10%. Los resultados obtenidos de un hormigón de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a los 56 días de curado al 1% de adición del cemento se obtuvo una resistencia a la compresión de 303.5 kg/cm<sup>2</sup>, con 3% de sustitución se consiguió un esfuerzo de 307.3 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% consiguió un esfuerzo de 257.5 kg/cm<sup>2</sup> y con 10% se obtuvo un esfuerzo de 221.7 kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que 3% fue el porcentaje más óptimo, también serán positivos los demás porcentajes.

En el departamento de Huaraz, [26] en su investigación, su objetivo fue determinar la influencia de C.M de pino en la resistencia a compresión de un  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. La metodología se manejó hormigón normal con adiciones de cenizas en porcentajes de 2.5%, 5%, 10% y 15%. Los resultados obtenidos a los 28 días de curado al concreto normal fue 335.48 kg/cm<sup>2</sup> y con adición del 2.5% consiguió un esfuerzo de 223 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% se obtuvo un esfuerzo de 228 kg/cm<sup>2</sup>, con el 10% consiguió un esfuerzo 204.20 kg/cm<sup>2</sup> y con el 15% tuvo un esfuerzo de 196.25 kg/cm<sup>2</sup>. Llegando a concluir que ningún porcentaje es óptimo para trabajar, ya que están por debajo del concreto patrón.

En la ciudad de Puno, [27] en su investigación, su objetivo fue dosificar las mezclas del concreto adicionando las C.V de tal manera que no disminuya a la resistencia. La metodología fue experimental donde buscó comparar la dosificación óptima de C.V en cantidades de 2.5%, 5%, 10% y 15% para fallas a los 7, 14, y 28 días. Los resultados obtenidos a los 28 días de curado con reemplazo del 2.5% de C.V tuvo un esfuerzo a la compresión de 243.25 kg/cm<sup>2</sup>, con 5% tuvo un esfuerzo de 271.45 kg/cm<sup>2</sup>, con el 10% consiguió un esfuerzo de 214.80 kg/cm<sup>2</sup> y con el 15% de adición de C.V consiguió un esfuerzo 194.70 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo que las C.V se deben manejar como reemplazo al cemento con un porcentaje menor al 10%.

En Lima, [28] en su investigación, su objetivo fue estipular la resistencia a la compresión favorable del hormigón reemplazando en proporciones el cemento por cenizas de bagazo de caña de azúcar. La metodología se manejó hormigón normal con añadiduras de cenizas al diseño en porcentajes de 20% y 40%. Los resultados obtenidos con  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado manifestaron que el esfuerzo del hormigón se redujo con el aumento de las proporciones de cenizas que se añadía menor al diseño

de mezcla. Se concluyó que el hormigón con el 20% de reemplazo de cemento por cenizas de bagazo de caña de azúcar sería el más factible con respecto al diseño patrón.

En la ciudad de Cusco, [29] en su investigación, su objetivo fue la comparación física y mecánica del mortero reemplazando en diferentes porcentajes el cemento por cenizas volantes con respecto al mortero patrón. La metodología se manejó el mortero patrón con sustitución del cemento por cenizas volantes al 7%, 12% y 17% respectivamente. Los resultados obtenidos manifestaron una R.C del mortero patrón  $175 \text{ kg/cm}^2$ , con el 5% de sustitución tuvo un esfuerzo de  $196.78 \text{ kg/cm}^2$ , con el 10% consiguió un esfuerzo de  $181 \text{ kg/cm}^2$ . Llegando a concluir que la proporción óptima de reemplazo del cemento por cenizas volantes será el 7% ya que mientras más incrementa el porcentaje disminuye el esfuerzo a la compresión.

En la ciudad de Cusco, [30], en su investigación, su objetivo fue comprobar la influencia de las cenizas de eucalipto en las propiedades mecánicas del concreto. La metodología fue experimental, contó con unos porcentajes en reemplazo del cemento por cenizas de 5%, 9% y 13%. Los resultados obtenidos a los 28 días de curados en R.F en concreto patrón fueron de 3.83 MPa, al 5% se tuvo 3.98MPa, al 9% se tuvo 4.21 MPa y al 13% se tuvo 3.2 MPa. Concluyendo que el porcentaje óptimo de sustitución es al 9%, ya que al 13% su esfuerzo está por debajo del concreto patrón.

En el departamento de Huaraz, [31] en su investigación, su objetivo fue determinar R.C óptima de las cenizas de cascara de papa en reemplazo al cemento. La metodología fue experimental, contó con unos porcentajes en reemplazo del cemento por cenizas de cascara de papa al 2%, 5% y 10%. Los resultados obtenidos a los 28 días de curados en resistencia a compresión en concreto patrón fueron de  $251.2 \text{ kg/cm}^2$ , al 2% de sustitución del cemento se tuvo  $203.2 \text{ kg/cm}^2$ , al 5% se tuvo  $274.6 \text{ kg/cm}^2$  y al 10% se tuvo  $259.2 \text{ kg/cm}^2$ . Concluyendo que el porcentaje óptimo será 5% ya que está por encima del concreto patrón, pero por debajo del f'c.

En antecedentes locales, en Chiclayo, [32], en su investigación "Evaluación del concreto para elementos no estructurales empleando ceniza de bagazo de caña como material cementicio suplementario en el distrito de Pucalá, Chiclayo, Lambayeque" tuvo como objetivo reemplazar las cenizas de bagazo de caña de azúcar por el cemento y estudiar la influencia en sus propiedades mecánicas. La metodología fue experimental, contó con unos porcentajes en reemplazo del cemento por cenizas de 6%, 12% y 18%. Los resultados obtenidos a los 28 días de curados en R.T en concreto patrón fueron de

22.3 kg/cm<sup>2</sup>, al 6% se tuvo 17.5 kg/cm<sup>2</sup>, al 12% se tuvo 16.6 kg/cm<sup>2</sup> y al 18% se tuvo 15.7 kg/cm<sup>2</sup>. Concluyendo ningún porcentaje cumple, ya que su esfuerzo está por debajo del concreto patrón.

La presente investigación busca la contribución de nuevos conocimientos en la ingeniería civil, ya que reemplazando cenizas por cemento obtendremos mejora en las propiedades mecánicas del concreto, así mismo busca disminuir el impacto ambiental en el proceso constructivo con el fin de reducir la contaminación ambiental a causa de la fabricación del cemento. De tal manera busca la disminución de costos en la elaboración del concreto ya que se ahorrará en el coste del cemento al reemplazar por cenizas de madera de faique. Con respecto a la justificación científica, se tiene en cuenta estudios nacionales que han podido reemplazar por cenizas de madera de otras plantas que abundan en la zona y han tenido efectividad en el rendimiento mecánico del concreto.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo influye el reemplazo parcial del cemento por cenizas de madera faique en el rendimiento mecánico del concreto?

## **1.3 Hipótesis**

La incorporación de cenizas de madera de faique, como reemplazo parcial del cemento, ayuda a mejorar el rendimiento mecánico del concreto convencional.

## **1.4 Objetivos**

### **Objetivo General**

Evaluar las propiedades mecánicas del concreto, reemplazando parcialmente el cemento por cenizas de madera de faique.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar las características físicas del agregado fino y grueso utilizado en los diseños de mezcla.
- Determinar las características químicas de las cenizas de madera faique
- Evaluar las características físico-mecánicas del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de madera de faique en 4%, 7%, 10% y 13% como reemplazo parcial del cemento.
- Determinar el porcentaje óptimo de cenizas de madera de faique.

## **1.5 Teorías relacionadas al tema**

### **El concreto**

Nos dice [33] el hormigón es un material de uso común y se elabora con una composición de tres unidades básicas, como agua, cemento y áridos (piedra y arena), a los que se suele añadir un cuarto componente para la aceleración o para posibles comportamientos diferentes en el hormigón. este componente se destaca como aditivo.

Importancia: Hoy por hoy el concreto viene a ser el material de construcción de mayor importancia para las estructuras que se construyen, sin embargo, depende en forma muy importante de la comprensión profunda tanto del material como del profesional, este material es el más usado en toda construcción ya sea vertical u horizontalmente.

### **Concreto Fresco**

Es el concreto u hormigón que esta recién mezclada, por ende, puede ser trabajable, en este caso existe una prueba o ensayo que se realiza para observar su trabajabilidad que es el “ensayo de slump”.

### **Concreto Endurecido**

Es el concreto que ha dejado su estado plástico para pasar al estado endurecido, donde ya comienza a obtener resistencia a fuerzas.

### **Cemento**

Es el cemento producido por la pulverización del Clinker mezclado por silicato de calcio, y que comprende distintos tipos de sulfatos de calcio como complemento de la molienda, entonces el cemento portland es la mezcla de Clinker Portland + Yeso. [33]

### **Agregados**

Son los materiales naturales que son extraídas de canteras, estos materiales tienen que ser de buena calidad, libre de polvo y materias orgánicas. se caracteriza por tener diferentes tipos de tamaños. [34]

### **Agregado fino**

Es el agregado que la gran parte de su material pasa por el tamiz 3/8”, la desintegración puede ser de manera natural o artificial.

## **Agregado Grueso**

Es el agregado que la gran parte de su material pasa por el tamiz N° 4, se encuentra en la naturaleza o puede ser el resultado del tratamiento mecánico de las rocas.

**Tabla I**  
**Aberturas de tamices de granulometría**

Serie Gruesa			Serie Fina		
Luz de malla (mm)	Luz de malla (pulgadas)	Luz de malla (mm)	Luz de malla (Nro)	Luz de malla (mm)	Luz de malla (Nro)
88.9	3 1/2"	4.76	4	0.297	50
76.2	3"	4	5	0.25	60
68.5	2 1/2"	3.36	6	0.21	70
50.8	2"	2.83	7	0.177	80
44.4	1 3/4"	2.38	8	0.149	100
38.1	1 1/2"	2	10	0.125	120
31.7	1 1/4"	1.68	12	0.105	140
25.4	1"	1.41	14	0.088	170
22.2	7/8"	1.19	16	0.074	200
19.1	3/4"	1	18	0.063	230
15.9	5/8"	0.84	20	0.053	270
12.7	1/2"	0.71	25	0.044	325
11.1	7/16"	0.59	30	0.037	400
9.52	3/8"	0.5	35		
7.93	5/16"	0.42	40		
6.35	1/4"	0.35	45		

## **Agua**

El agua es muy importante para la elaboración del concreto, ya que con este se llevará a cabo la mezcla de los componentes, se sabe también que el agua abarca del 10%-30% del cuerpo del hormigón. El agua añadida actúa como una reacción química para lograr las propiedades requeridas de humectación, endurecimiento y curado. [35]

## **Absorción y curado del hormigón**

Se conoce como una reacción química cuando se combinan cemento y agua, el curado se llevará a cabo después de realizar el vaciado de probetas y vigas que se realizaran en los encofrados correspondientes. El hormigón debe curarse continuamente hasta que se detenga el proceso, también se sabe que es necesario que no se pierda agua durante el proceso de curado ya que podría perder resistencia.

## Propiedades del Concreto fresco

En las propiedades esenciales del concreto fresco se puede evidenciar la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y cohesividad [36].

### Trabajabilidad

Es la propiedad que tiene el concreto fresco para poder manipularse, ya que este se encuentra trabajable y puede moldearse según el encontrado que se haya realizado, un buen concreto asentado reduce la probabilidad que presente cangrejas al momento del endurecimiento.

### Consistencia

El concreto tiene que ser dúctil y semilíquido para poder ser trabajable con la palma de la mano, también se puede realizar una mezcla de concreto fluido con un molde para poder realizar el ensayo de consistencia (“slump”).

### Ensayo de consistencia

Este ensayo, permite hallar la plasticidad en que se encuentra el hormigón realizado antes de un vaciado, siempre se realiza en tandas pequeñas para poder verificar si este acto, ya que puede faltar o sobrar agua según la consistencia del concreto.

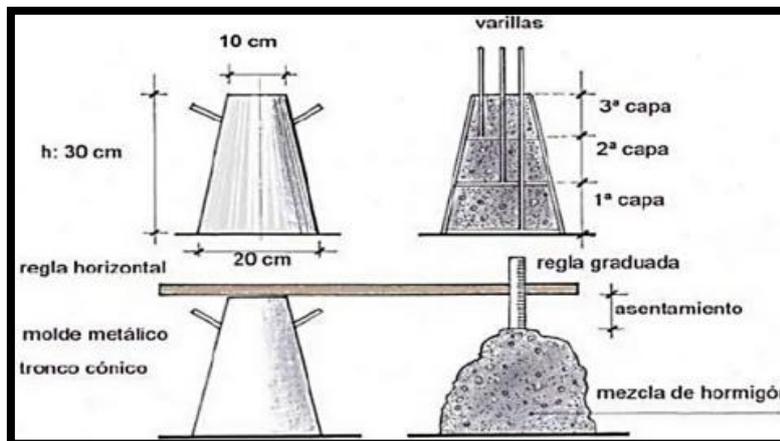


Fig. 1 Cono de Abrams

Nota. Extraído de [37]

**Tabla II**  
**Consistencia del concreto en estado fresco**

<b>Consistencia</b>	<b>Slump</b>	<b>Trabajabilidad</b>	<b>Método de compactación</b>
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	Vibración semi chuseada
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseada

**Nota:** extraído de [37]

### **Peso Unitario**

El peso unitario se define como la densidad del hormigón a la división del peso chuzado, entre el volumen de una muestra o probeta que se realiza, el peso unitario se puede clasificar en 3 tipos de concreto.

**Tabla III**  
**Clasificación de los tipos de concreto**

<b>Descripción</b>	<b>Peso Unitario(kg/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Usos</b>
Concreto Leve	500-2000	Estructuras en general
Concreto Simple	2000-3000	Cualquier construcción
Concreto Bruto	3000-7000	Estructuras de aplicación biológicas

**Nota:** extraído de [37]

### **Temperatura**

Al realizar el concreto la temperatura dependerá mucho del clima o lugar de dónde se está realizando, esto afecta en el momento de endurecimiento para el concreto.

## **Segregación**

La segregación es la separación no homogénea de los componentes que se ha agregado al hormigón, para poder evitar la segregación se recomienda empezar un vaciado por el lugar con más pendiente y así poder distribuirla homogéneamente.

## **Exudación**

La exudación es la presencia de líquidos, en este caso del H<sub>2</sub>O que sale a la superficie a través de grietas o poros con algunos componentes que no han sido mezclado homogéneamente.

## **Propiedades del Concreto Endurecido**

### **Resis. a la compresión**

Se sabe que [38] es la particularidad mecánica primordial del hormigón, también es la facultar para poder soportar las cargas por unidad de área, y se enuncia en esfuerzo, su unidad será expresado en kg/cm<sup>2</sup> o también se expresará en libras por pulgadas (PSI).

### **Resis. a la tracción**

Según [38] es una representación de procedimiento de gran utilidad para poder realizar el diseño de control y calidad en cualquier tipo de obra, especialmente en obras estructurales.

### **Resis. a la flexión**

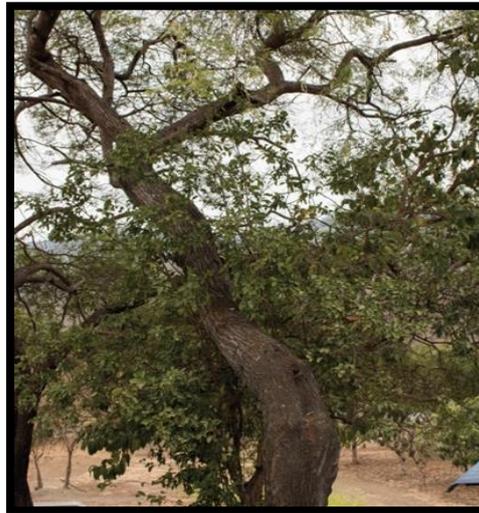
También se conoce que [38] es la resistencia a la insuficiencia momentáneamente a una viga o losa de hormigón no reforzada.

### **Módulo de elasticidad**

[39] Es la propiedad mecánica que refleja la habilidad del concreto para poder deformarse elásticamente, esta elasticidad se puede deformar desde 0% a 45% de f'c.

## **Madera Faique**

El faique es un árbol caducifolio, su altura es regularmente de 12 metros a más, presenta copa alta, fuste irregular, con espiras y ramas grandes y el tronco compuesto por hojas, flores, con frutos en forma de vaina de color oscurecido, su madera es muy buena como leña y sus semillas sirven para la alimentación del ganado.



**Fig. 2** Árbol Faique

## **Cenizas de Madera Faique**

Según los estudios, la introducción de C.M o plantas en la fabricación de hormigón es una forma eficaz de reducir el consumo de cemento y mejorar varias propiedades del concreto, en las mezclas de este mismo, la composición de las C.M como componente multifuncional activo en las mezclas de hormigón se utilizó más plenamente que en condiciones normales. [40]

## **Importancia del uso de C.M**

La ceniza de madera se está usando frecuentemente durante la construcción de hormigón, dado que el material contiene óxido de calcio, es una solución bastante conveniente. La ceniza de madera es de alta calidad y la mezcla preparada ofrece ventajas significativas sobre el cemento. El uso de C.M ayudará a sustituir totalmente al cemento o reducir su consumo. [41]

El tipo más común de ceniza utilizada es la ceniza seca porque no es astringente. Su acción se manifiesta en la interacción con los ligantes del cemento y puede reducir el consumo de cemento en la producción, ya que la ceniza interactúa con el cemento del hormigón y la propia mezcla de hormigón.

## Tipologías de la ceniza

La ceniza de madera faique contiene nutrimentos como calcio, hierro y magnesio, que son beneficiosos para el crecimiento de las plantas. Un repelente de insectos natural. La presencia de humo y cenizas puede repeler a algunos animales no deseados, lo que lo convierte en un repelente natural de plagas. Otras divisiones de ceniza tienen diferentes densidades verdaderas y promedio. Esto puede explicarse por las diferencias en la composición química y mineral. [42]

## Composición de la ceniza

Los residuos vegetales de diferentes especies o diferentes partes de plantas, tienen la misma similitud en componentes, difieren en las proporciones de estos compuestos.

**Tabla IV**  
**Composición de cenizas de madera**

Componente	Porcentaje del peso total de cenizas de madera
Potasio	20-30%
Calcio	10-15%
Magnesio	1-4%
Fósforo	0.5-1.5%
Sodio	1-3%
Otros	2-5%

**Nota:** Se obtuvo esos componentes de cenizas como manera de comparación con mi CMF

## Requerimientos para usar las CM en mezclas de concreto

Se utiliza como aditivo natural en mezclas de concreto, el requerimiento de cenizas de madera depende de su mecanismo fisicoquímico, el cual afecta el proceso de fuerza y alineación de la estructura de concreto. La elección de la composición del hormigón adicionado a las cenizas de madera, consiste en determinar las proporciones de los componentes, en las que se consiguen las propiedades deseadas de la composición del concreto con un consumo mínimo de cemento. [43]

### **Ventajas de trabajar con cenizas**

El concreto con cenizas de madera se caracteriza por una extensión relativamente fuerte de la R.C en la última etapa de endurecimiento, en este caso luego del curado de 28 días. [44]

### **Desventajas de trabajar con cenizas**

La desventaja de trabajar con cenizas de madera repercutiría en la abrasión y cavitación, en consiguiente no se recomienda realizar ningún tipo de trabajos con cenizas cuando es temporada de otoño.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1 Tipo y Diseño de Investigación

#### Tipo de investigación

Aplicada y de nivel explicativo ya que se estudia el rendimiento mecánico del concreto a consecuencia de la sustitución cemento por cenizas de madera faique, así estudiar y verificar si los porcentajes serán actos o no para la elaboración del concreto.

#### Diseño de investigación

Experimental ya que se ejecutaron ensayos en laboratorio para obtener los objetivos propuestos, con todos los resultados conseguidos se llega a concluir que es una investigación de diseño experimental propiamente dicha.

$$M \rightarrow O$$

$$X_1 \rightarrow Y_1 \rightarrow Z_1$$

$$X_2 \rightarrow Y_2 \rightarrow Z_2$$

$$X_3 \rightarrow Y_3 \rightarrow Z_3$$

$$X_4 \rightarrow Y_4 \rightarrow Z_4$$

$M_0$  = Grupo de control compuesto por 12 probetas cada grupo (diseño patrón)

$X_{1,2,3,4}$  = Grupos experimentales con un total de 36 probetas para ensayo a compresión y 36 vigas para ensayo de flexión cada grupo.

$Y_{1,2,3,4}$  = Variable independiente, incorporando cenizas de madera faique cada 4%, 7%, 10% y 13%.

$Z_{1,2,3,4}$  = Observación en cada grupo de probetas.

### 2.2 Variables, Operacionalización

#### Variable dependiente

En la siguiente investigación se llevará a cabo el rendimiento mecánico del concreto.

#### Variable independiente

En la siguiente investigación se llevará a cabo las cenizas de madera faique.

**Tabla V**  
**Operacionalización de variable**

<b>“EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQUE”</b>									
<b>Variable de Estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Valores finales</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>
Propiedades Físico-mecánicas del Concreto	La particularidad mecánica primordial del hormigón también es la facultad para poder soportar las cargas por unidad de área y se enuncia en esfuerzo, su unidad será expresado $\text{kg/cm}^2$ o también se expresará en libras por pulgadas (PSI). [33]	Presenta como propósito manifestar los ensayos físico-mecánicos, se plantean similitudes numéricas para evaluar las propiedades del concreto como asentamiento, temperatura, densidad, contenido de vacíos, R.T, R.F y R.C.	Propiedades Físico-mecánicas	Temperatura Peso Unitario Contenido de Vacíos Asentamiento R.C R.F R.T M.E	Unidades de medidas	Plantillas de laboratorio y guía de observación	$^{\circ}\text{C}$ $\text{Kg/cm}^3$ % cm $\text{Kg/cm}^2$ $\text{Kg/cm}^2$ $\text{Kg/cm}^2$	Dependiente	X
<b>Variable de Estudio</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Valores finales</b>	<b>Tipo de variable</b>	<b>Escala de medición</b>
Cenizas	La ceniza de madera faique contiene nutrimentos como calcio, hierro y magnesio, que son beneficiosos para el crecimiento de las plantas. [35]	Cenizas de madera en la producción de hormigón es una de las formas eficaces de reducir el consumo de cemento y mejorar varias propiedades del hormigón, en las mezclas del concreto. [45]	Proporción de sustitución de cenizas	4% 7% 10% 13%	Unidades de medidas	Guía de recopilación de datos, obtenidos en laboratorio de ensayos.	(mm) ( $\text{Kg/cm}^3$ ) (Kg)	Independiente	Y

## **2.3 Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección**

### **Población**

En la siguiente investigación se realizará dos diseños de probetas de  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y  $f'c$  280  $kg/cm^2$ , las cuales están conformadas por variables independiente (Sustitución de cenizas de madera faique en 4%, 7%, 10% y 13%) y la variable dependiente (Rendimiento mecánico del concreto).

### **Muestra**

La muestra está asociada por 90 testigos cilíndricas de concreto en base a 2 diseños de probetas de  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y  $f'c$  280  $kg/cm^2$ , las cuales serán conformadas por 9 testigos para el C.P y 36 testigos para los porcentajes de 4%, 7%, 10% y 13% de cenizas de madera faique (un diseño experimental).

**Tabla VI**  
**Total de testigos de concreto con cenizas de madera faique en la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>**

Forma de espécimen	Ensayo	Días de curado	Resistencia 210 kg/cm <sup>2</sup>					Sub Total de testigos	Total, de testigos
			Cenizas de madera faique						
			Patrón	4%	7%	10%	13%		
Cilíndrico	R.C	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
	R.T	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
	M.E	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
Prismático	R.F	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
<b>Total</b>								<b>180</b>	

Nota: Se elaboró la tabla para hallar el número de testigos con un f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> que se realizará en laboratorio.

Tabla VII

Total de testigos de concreto con cenizas de madera faique en resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup>

Forma de espécimen	Ensayo	Días de curado	Resistencia 280 kg/cm <sup>2</sup>				Sub Total de testigos	Total, de testigos	
			Cenizas de madera faique						
			Patrón	4%	7%	10%			13%
Cilíndrico	R.C	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
	R.T	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
M.E	7	3	3	3	3	3	15	45	
	14	3	3	3	3	3	15		
	28	3	3	3	3	3	15		
Prismático	R.F	7	3	3	3	3	3	15	45
		14	3	3	3	3	3	15	
		28	3	3	3	3	3	15	
<b>Total</b>							<b>180</b>		

Nota: Se elaboró la tabla para hallar el número de testigos con un  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$  que se realizará en laboratorio.

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

### **Técnica de recolección de datos**

Se conocen como materiales y/o equipos manejados para recoger los datos obtenidos, todos los equipos y pasos que se deben seguir para poder desarrollar cada prueba e instrumento de laboratorio individual. [46]

Las técnicas realizadas, fueron la de observación junto con la recopilación de datos en diferentes ensayos que se aplicaron a los agregados, cenizas de madera faique, toda recolección de datos obtenidos será sacado de laboratorio.

Identificar las propiedades físicas de los agregados finos, gruesos.

Identificar de la influencia del concreto reemplazando el cemento por CMF.

Identificar de la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad.

Diseño de mezcla factible de un concreto sustituyendo cenizas de madera faique.

### **Instrumento de recolección de datos**

Los formularios de selección de datos y pruebas realizadas se basan en ciertos parámetros definidos, donde se desarrollarán los resultados de cada prueba, donde ya cuentan con instrucciones de cálculo. [47]

Las herramientas a utilizar, serán:

Datos obtenidos en laboratorio

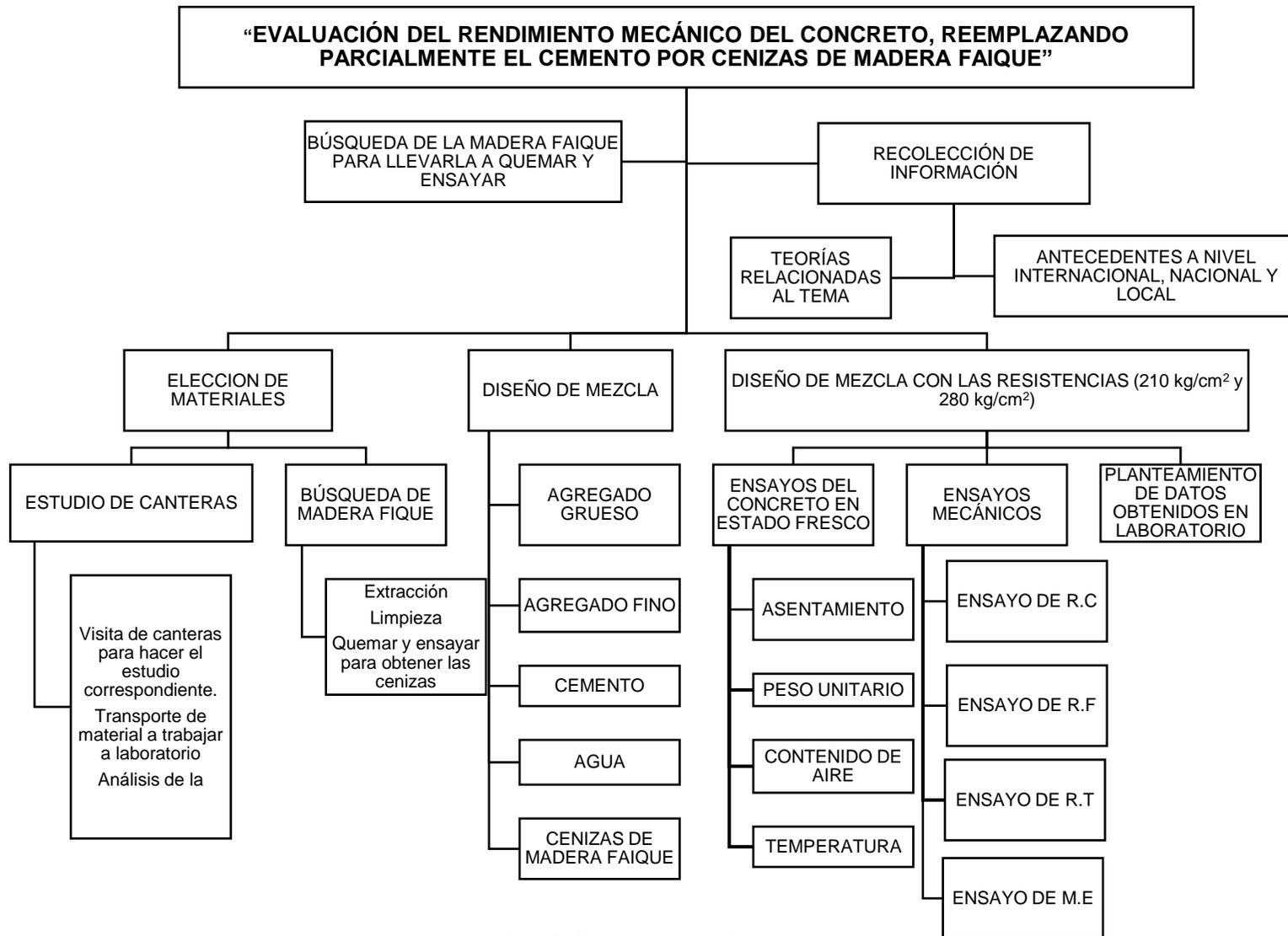
Formatos de hojas obtenidas en laboratorio.

Formatos de hojas Excel que nos brinda el técnico de laboratorio.

## **2.5 Procedimientos de análisis de datos.**

### **Diagrama de proceso de flujos**

Se da a conocer el diagrama de flujo, donde se procede a mencionar el proceso experimental de los ensayos que se realizará.



**Fig. 3 Diagrama de Flujo**

## **2.6 Criterios éticos**

Según el autor [48], los criterios éticos es la información obtenida mediante los estudios, encuestas y ensayos realizadas en el campo. Entonces los principios éticos del indagador son de suma importancia para obtener una buena indagación con datos precisos y verdaderos, así poder contribuir en el ámbito de las investigaciones y apoyar para el sector construcción.

Los resultados obtenidos en esta investigación serán debidamente validados para que estos sean utilizados en investigaciones futuras y así ser usados como antecedentes.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados

##### 3.1.1 Según objetivo específico 01. Determinar las características físicas del A.F y A.G en los diseños de mezcla.

En este primer objetivo se dará a detallar todo el proceso acerca de las propiedades físicas del A.F y A.G en los cuales se realizaron ensayos bajo la normativa peruana y norteamericana con la finalidad que se pueda trabajar de manera correcta y viable cada uno de los ensayos.

#### Ensayos realizados al A.F

##### Muestras de canteras de los agregados a trabajar

Se tuvieron en consideración las canteras ubicadas en Lambayeque, dichas canteras se harán mención en la siguiente **Tabla VIII** en donde se podrá evidenciar su ubicación, composición de la muestra y sus coordenadas.

**Tabla VIII**  
**Datos concretos de las canteras visitadas**

Nombre de la cantera	Ubicación	Coordenadas UTM	Composición
La Victoria	Distrito de Pátapo	9257654 N 654937 E	Cantos rodados, grava gruesa, media y fina
Pacherres	Distrito de Pucalá	9249150 N 662819 E	Agregado grueso, agregado fino, arena, arcilla
Tres Tomas	Distrito de Ferreñafe	9267458 N 644852 E	Base, sub base granular, agregado grueso fino y arena

**Nota.** Se identifica las canteras con las cuales se trabajó haciendo mención de su ubicación, coordenadas y su composición de cada una de ellas, con la finalidad de realizar los ensayos correspondientes y así poder identificar con que cantera vamos a trabajar.

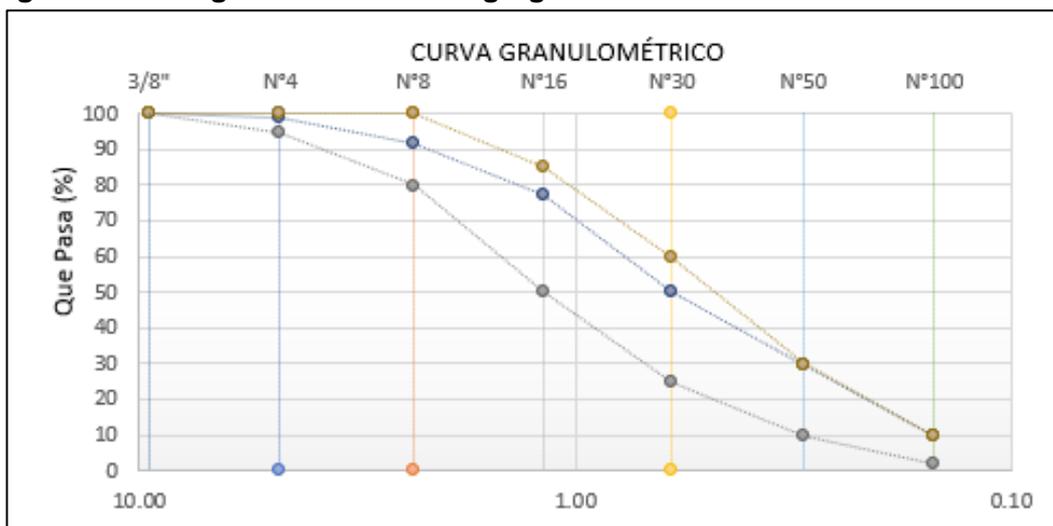
Una vez realizado todos los ensayos correspondientes se pudo llegar a la conclusión de que la cantera la Victoria, arrojó mejores resultados para el A.F mientras que para el A.G se trabajó con la cantera de Pacherres por los resultados obtenidos, se da a conocer que en los anexos se brindara los resultados de cada uno de los ensayos elaborados de cada cantera.

## Ensayos aplicados al A.F

### Granulometría del A.F de la cantera la Victoria del distrito de Pátapo

En la presente **Fig.4** se podrá identificar los resultados de la cantera seleccionada para realizar el ensayo granulométrico los cuales están sujetos a la normativa correspondiente además se tuvo que tener en consideración los márgenes y rangos ya estipulados, con la finalidad de que estos resultados sean los más beneficiosos por que con este ensayo es el primer paso para obtener resultados y dar proceso al diseño de mezcla. Los datos se validan en el **Anexo1**.

**Fig. 4 Curva de granulometría del agregado fino de la cantera La Victoria.**



**Nota.** En la **Fig.4**, con respecto a lo conseguido del ensayo, se identificó que el material utilizado está dentro de las medidas establecidos por el NTP 400.037.

### Ensayos del peso Unitario Suelto y compactado del A.F de la cantera La Victoria

En la siguiente **Tabla IX** se hará de conocimiento los datos y resultados de los ensayos realizados y la verificación de este ensayo bajo su normativa y parámetros establecidos, se hace mención que el resto de ensayos se contara de manera más detallada en el **Anexo 2**.

**Tabla IX**  
**Ensayos del peso unitario suelto y compactado del A.F**

Cantera	Condición del Agregado	P.U.S(Kg /m <sup>3</sup> )	P.U.C(Kg/m <sup>3</sup> )
La Victoria	Húmedo	1385.70	1550.05
(Pátapo)	Seco	1370.43	1537.61

**Nota.** Datos conseguidos proporcionados de cantera “La Victoria”.

**Ensayos de peso específico y absorción del A.F de la cantera “La Victoria”.**

En la **Tabla X** se podrá evidenciar los valores obtenidos luego de haber realizado el ensayo correspondiente con el agregado, en donde se dará mayor detalle del proceso de los resultados se encuentra en el **Anexo 3**.

**Tabla X**  
**Peso específico y absorción del A.F natural de la cantera Pacherez.**

Cantera	Descripción	Resultado
	Peso Esp. de masa	2.292 gr/cm <sup>3</sup>
La Victoria	Peso Esp. de masa saturada superficialmente seca	2.348 gr/cm <sup>3</sup>
(Pátapo)	Peso Esp. aparente	1.082 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	2.442 %

**Nota.** Datos conseguidos de la cantera “La Victoria”

**Ensayo del contenido de humedad del A.F de la cantera “La Victoria”.**

En la **Tabla XI**, se podrá evidenciar los datos arrojados de la muestra al ser sometido al ensayo correspondiente del agregado que fue extraído de la Cantera de La Victoria, en donde los datos encontrados se podrán verificar con mayores detalles en el **Anexo 2**.

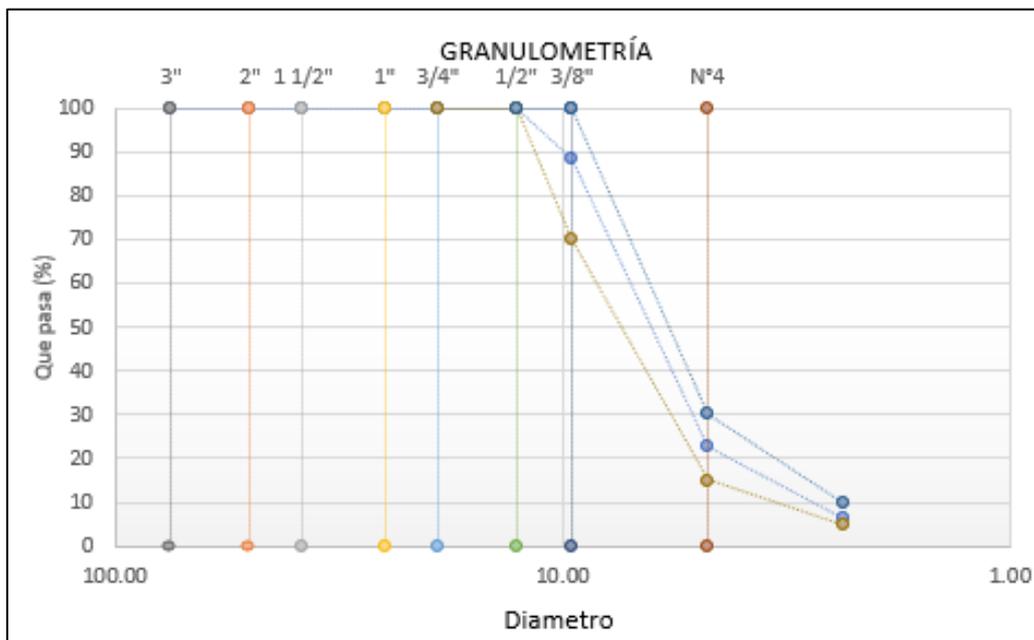
**Tabla XI**  
**Ensayo del contenido de humedad del A.F**

Cantera	Descripción	Resultado
	Peso Muestra Húmeda	1350 gr.
La Victoria	Peso Muestra Seca	1342 gr.
(Pátapo)	Contenido Humedad	0.81 %

**Nota.** Datos obtenidos de la cantera de “La Victoria”

**Ensayos trabajados al A.G**

**Granulometría del A.G seleccionado para el diseño de la cantera “Pacherrez”**



**Fig. 5 Curva granulométrica del A.G**

**Nota.** La Fig. 5 se muestra como al realizar el ensayo de granulometría a nuestro agregado los resultados son favorables a la cantera Pacherres el cual demostró estar en los rangos establecidos por la norma. La valides del ensayo se encuentra en el **Anexo 1.**

### Ensayo de peso unitario suelto y compactado del A.G de la cantera Pacherrez.

A continuación, en la **Tabla XII** se visualizarán los resultados obtenidos después de haber realizado el ensayo correspondiente de peso unitario, el cual dichos valores estarán más detallados en el **Anexo 2**.

**Tabla XII**  
**Ensayo de peso unitario suelto y compactado del A.G**

Cantera	Condición del agregado	del P.U.S (Kg/m <sup>3</sup> )	P.U.C (Kg/m <sup>3</sup> )
Pacherrez (Pucalá)	Húmedo	1385.15	1562.36
	Seco	1378.44	1554.79

**Nota.** valores conseguidos de la cantera “Pacherrez”

### Estudio del ensayo de peso específico y absorción del A.G de la cantera Pacherrez.

A continuación, en la **Tabla XIII** se evidencia los resultados que fueron arrojados al realizar el ensayo correspondiente a nuestro agregado que fue trabajado con la cantera Pacherrez, en donde se podrá de manera más detallada será en el **Anexo 3**.

**Tabla XIII**  
**Peso específico y absorción del A.G natural de la cantera Pacherrez.**

Cantera	Descripción	RESULTADO
Pacherrez (Pucalá)	Peso Esp. de masa	2.826 gr/cm <sup>3</sup>
	Peso Esp. de masa saturada superficialmente seca	2.861 gr/cm <sup>3</sup>
	Peso Esp. aparente	2.948 gr/cm <sup>3</sup>
	Porcentaje de absorción	1.231 %

**Nota.** Valores conseguidos de la cantera “Pacherrez”

### Ensayo del contenido de humedad del A.G de la Cantera Pacherrez.

En la **Tabla XIV** se especificarán los datos que se consiguieron al realizar el ensayo con el agregado correspondiente a la Cantera de Pacherrez, en donde se podrá apreciar con más precisión los valores arrojados será en el **Anexo 2**.

**Tabla XIV**  
**Contenido de humedad del A.G natural de la cantera Pacherrez**

Cantera	Descripción	Resultado
Pacherrez (Pucalá)	Peso Muestra Húmeda	3890 gr.
	Peso Muestra Seca	3873 gr.
	Contenido Humedad	0.49 %

**Nota.** Datos conseguidos correspondientes a la Cantera Pacherrez.

**3.1.2 Según objetivo específico 02.** Determinar las características químicas de las cenizas de madera faique.

### Ensayos Aplicados a las cenizas de M.F

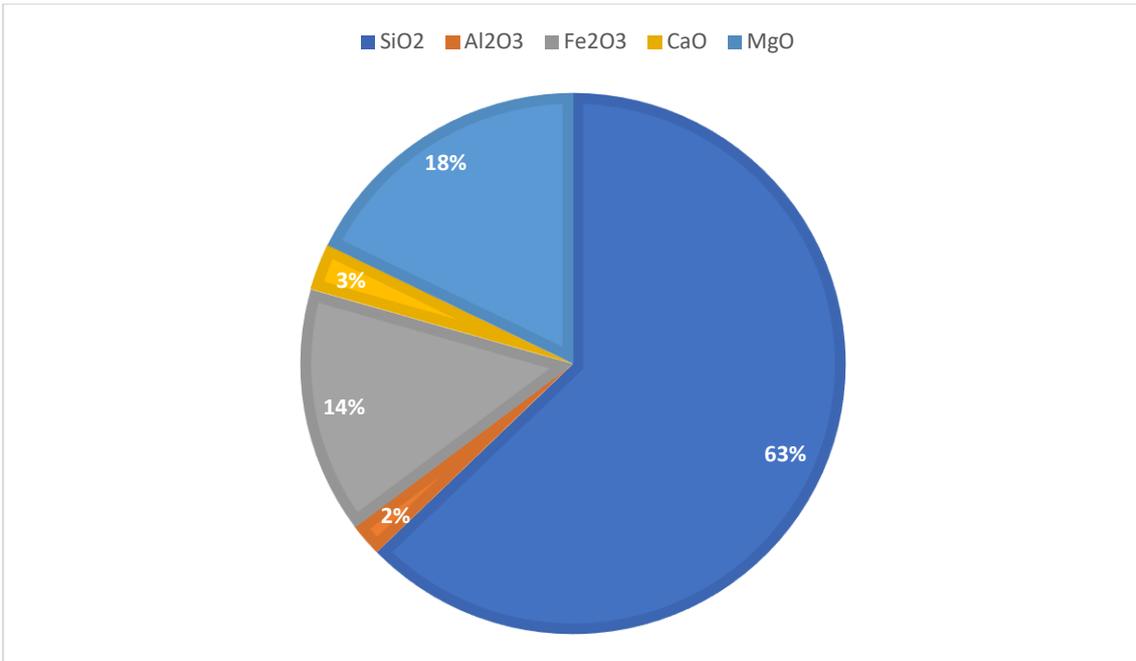
#### Composición química de las CMF

Una vez realizada la calcinación de la madera a una temperatura óptima, siendo para las cenizas de todo tipo de madera un rango entre 850°C, se realizó la determinación de las siguientes propiedades químicas que ésta presenta.

**Tabla XV**  
**Composición química de CMF**

Composición	Porcentajes
SiO <sub>2</sub>	39.45%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.24%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.25%
CaO	1.75%
MgO	11.18%

**Nota:** Se muestra la composición química evaluada a una temperatura de 850°C



**Fig. 6 Porcentajes de composición química de las CMF.**

**Nota.** Porcentajes de la composición química de las CMF, la validación del informe químico se encuentra el **Anexo 4**.

Llegando a determinar la participación de las CMF en los diseños de mezcla de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, como se muestra en la **Tabla XVI** y **Tabla XVII**.

**Tabla XVI**  
**Diseños de mezcla del f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>**

<b>DISEÑO f'c=210 kg/cm<sup>2</sup></b>					
	0%	4%	7%	10%	13%
<b>Relación A/C</b>	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
<b>Cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>	397	381	369	357	345
<b>Agua (Lt)</b>	253	253	253	253	253
<b>A.F(kg/m<sup>3</sup>)</b>	821	821	821	821	821
<b>A.G (kg/m<sup>3</sup>)</b>	875	875	875	875	875
<b>Ceniza Kg</b>	0	16	28	40	52

Costos para 1m<sup>3</sup> de un diseño patrón de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Total, S/.</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	bol	9.34	29.38	277.44
A.F	m <sup>3</sup>	0.53	49.76	28.53
A.G	m <sup>3</sup>	0.61	67.79	43.19
Agua	m <sup>3</sup>	0.25	5.00	1.25
<b>TOTAL</b>				<b>350.4</b>

Costos para 1m<sup>3</sup> de un diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> más reemplazo del cemento por CMF

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Total S/.</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	bol	8.40	29.38	246.79
CMF	kg	40	0.6	24
A.F	m <sup>3</sup>	0.53	49.76	28.53
A.G	m <sup>3</sup>	0.61	67.79	43.19
Agua	m <sup>3</sup>	0.25	5.00	1.25
<b>TOTAL</b>				<b>339.8</b>

**Tabla XVII**  
**Diseños de mezcla del f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>**

<b>DISEÑO f'c=280 kg/cm<sup>2</sup></b>					
	0%	4%	7%	10%	13%
<b>Relación A/C</b>	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
<b>Cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>	477	458	444	429	415
<b>Aguas (Lts)</b>	263	263	263	263	263
<b>A.F (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	734	734	734	734	734
<b>A.G (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	868	868	868	868	868
<b>Ceniza Kg</b>	0	19	33	48	62

Costos para 1m<sup>3</sup> de un diseño patrón de f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>.

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Total S/.</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	bol	11.22	29.38	334.75
Agregado Fino	m <sup>3</sup>	0.48	49.76	25.72
Agregado Grueso	m <sup>3</sup>	0.60	67.79	43.86
Agua	m <sup>3</sup>	0.25	5.00	1.25
<b>TOTAL</b>				<b>405.6</b>

Costos para 1m<sup>3</sup> de un diseño f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> más reemplazo del cemento por CMF

<b>ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</b>				
<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario S/.</b>	<b>Total S/.</b>
<b>MATERIALES</b>				
Cemento	bol	10.09	29.38	296.57
CMF	kg	48	0.6	28.8
A.F	m3	0.48	49.76	25.72
A.G	m3	0.60	67.79	43.86
Agua	m3	0.26	5.00	1.30
<b>TOTAL</b>				<b>391.2</b>

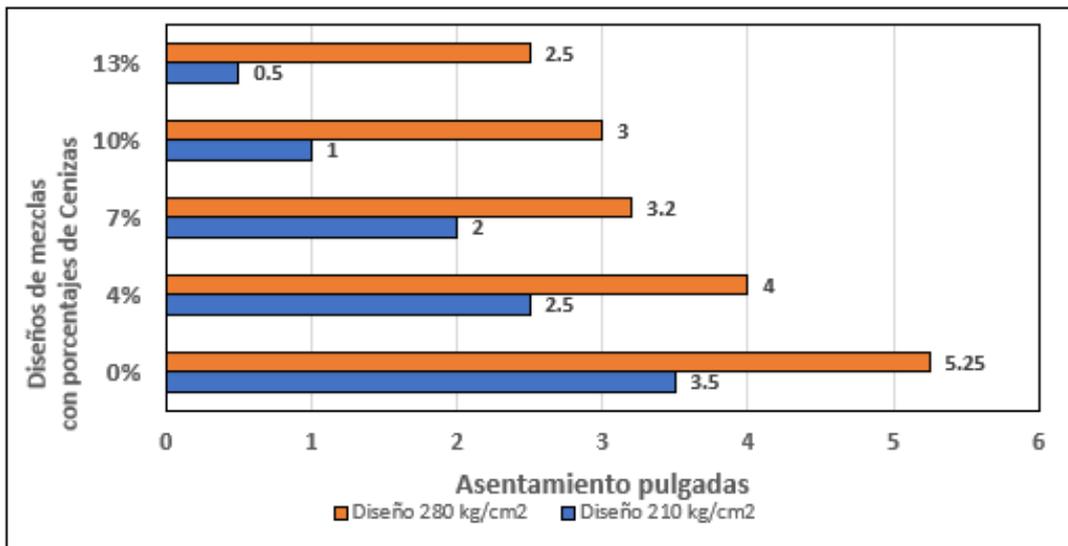
**3.1.3 Según objetivo específico 03.** Evaluar las características físico-mecánicas del concreto  $f'c$  210  $kg/cm^2$  y 280  $kg/cm^2$ , adicionando cenizas de madera de faique en 4%, 7%, 10% y 13%. como reemplazo parcial del cemento.

**Propiedades físicas del hormigón patrón y con sustitución del cemento por CMF.**

A continuación, se detallará cada uno de los ensayos realizados cuando el concreto se encuentra en estado fresco como los son a temperatura, asentamiento, contenido de aire y peso unitario. Se hace de mención que en la parte de los anexos se encontraran los valores detalladamente; una vez realizado estos ensayos se dará como desarrollado nuestro objetivo específico.

**Asentamiento del Concreto Patrón y sustitución del cemento por cenizas en sus diferentes porcentajes.**

En la **Fig. 7** se observa las comparaciones de resultados al ser añadido los diferentes porcentajes que se reemplazaran al 4%, 7%. 10% y 13% en los diferentes diseños realizados como lo son de 210  $kg/cm^2$  y 280  $kg/cm^2$ . Pudiéndose observar que al incrementar más porcentaje de nuestra muestra su asentamiento sería menor. La validación de los resultados se encuentra en el **Anexo 9**.

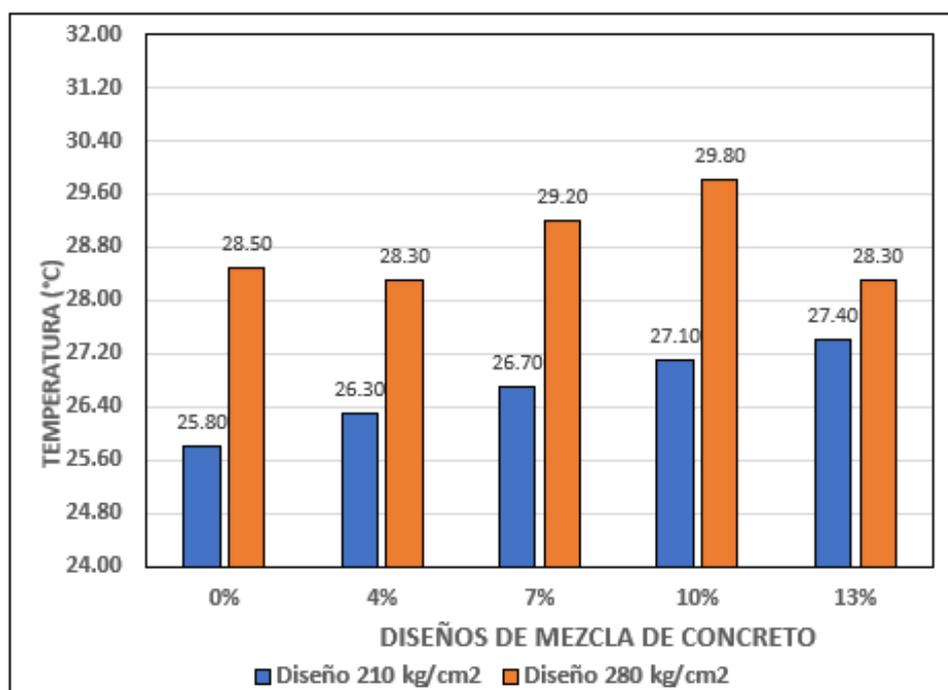


**Fig. 7 Versus de cada uno de los porcentajes en relación a su diseño patrón**

Nota. En la **Fig. 7**, se muestran los porcentajes de 4%, 7%, 10% y 13%, en donde se pudo identificar que mientras mayor sea el porcentaje de cenizas su asentamiento será menor en relación a su diseño patrón.

### Temperatura del Concreto Patrón y reemplazando el cemento por CMF

La temperatura del concreto en los diferentes diseños elaborados de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> y juntamente con los porcentajes adicionados se pudo obtener resultados que para el segundo diseño las cenizas si influyo de manera drástica en ambos diseños es por eso que en las resistencias de 280 kg/cm<sup>2</sup> se pudo observar que su mayor temperatura fue de 29.80°C mientras que el de 210 kg/cm<sup>2</sup> su mayor temperatura fue 27.40°C con la adición del 13% de ceniza. Todos estos resultados se basaron en los parámetros establecidos de la ASTM C1064M. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 9**.



**Fig. 8 Contrastes de temperaturas en los diseños al ser sustituido los porcentajes de cenizas**

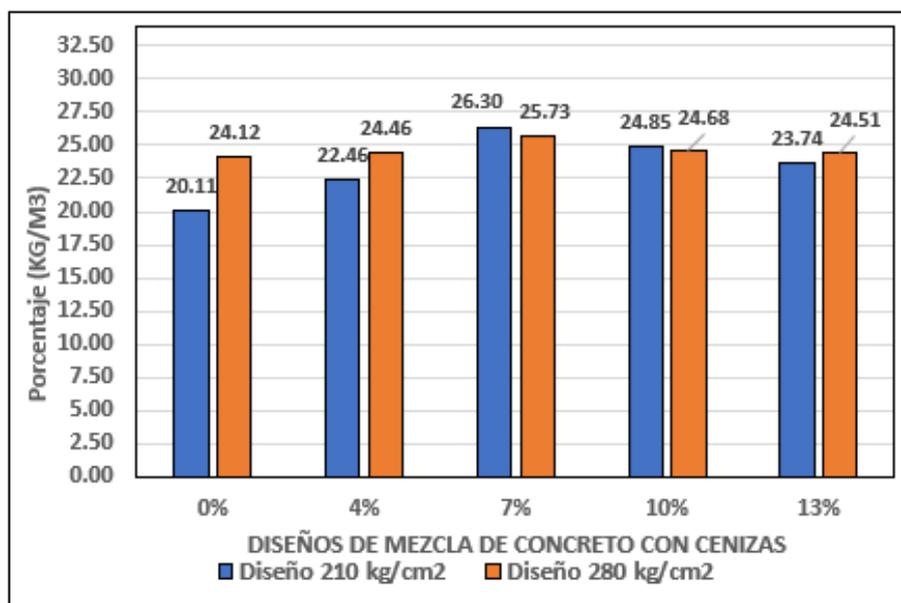
Nota. En la **Fig.8**, se tiene que tener en cuenta el mes de la realización este ensayo ya que se desarrolló el mes de noviembre en donde se contó con un clima un poco frio de bajas temperaturas a comparación del resto del año, y considerando los horarios de los vaciados de cada uno de los diferentes porcentajes, es por eso que se pudo identificar

que en el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> no hubo variación exagerada de resultados al igual que en el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, los resultados varían en un máximo de 2°C.

### Contenido de vacíos del C.P y del concreto con sustitución del cemento por CMF

Cuando se realizó la comparación de los resultados de cada uno de los porcentajes trabajados en este ensayo, se pudo identificar que a partir del 4% se empezaba a mostrar un mayor incremento respecto a su diseño patrón.

Es una fuerza química que ocurre sólo cuando el cemento y las CMF están presentes juntos, lo que resulta en la liberación de una mayor proporción de silicio (SiO<sub>2</sub>). Se observa los resultados del ensayo. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 10**.

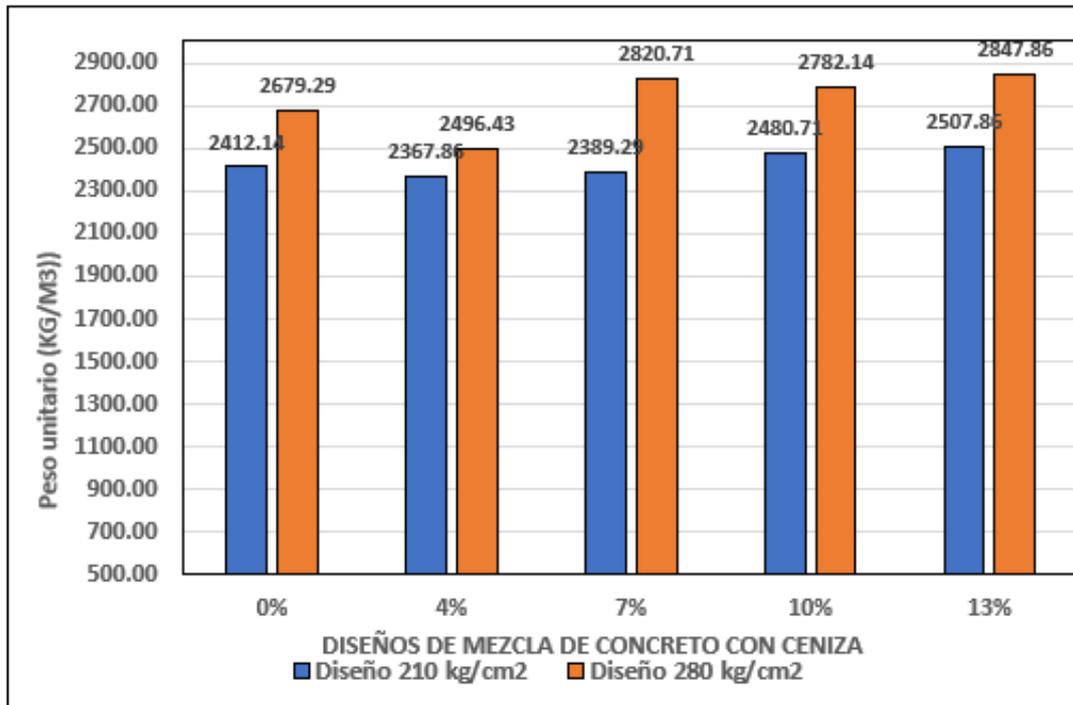


**Fig. 9** Contenido de vacíos que se viene trabajando más las sustituciones de los diferentes porcentajes de ceniza

Nota. En la **Fig.9** se realizó una comparación de los diseños con el fin de poder evidenciar en que diseño el reemplazo del cemento por ceniza afecto de manera positiva o negativa dando como resultado que en el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> afecto de manera mínima a su diseño patrón.

### Peso unitario del C.P y con sustitución del cemento por ceniza

En la figura se visualiza cómo afecta la sustitución del cemento por CMF en los porcentajes de los diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, se evidencia los resultados de cada uno de porcentajes de 4%, 7%, 10% y 13%. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 10**.



**Fig. 10 Versus del peso unitario de los diseños con sus respectivos porcentajes de CMF.**

Nota. En la **Fig.10**, con los resultados obtenidos se pudo identificar que al adicionar mayor porcentaje de cenizas su peso unitario aumenta para ambos diseños, pero se halló una pequeña variación en el porcentaje del 4% en donde disminuyó un poco para luego con el siguiente porcentaje lo supere drásticamente.

## Propiedades mecánicas del Concreto Patrón y con su reemplazo del cemento por CMF.

Se dará detalles de todos los ensayos realizados a nivel mecánicos en su estado endurecido, con el propósito de poder evidenciar de qué manera influye la adición de nuestro aditivo natural en los diseños de mezcla que se vienen desarrollando como lo son de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, los ensayos a elaborar son de compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad. Los cuales para desarrollarse se tuvieron que realizar probetas y vigas que serán ensayados en los diferentes días de rupturas a 7, 14 y 28 días de curado.

### R.C del concreto patrón y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%,10% y 13%, para un diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

En la siguiente figura se puede evidenciar los resultados que se obtuvo al ser aplicado al ensayo de compresión el cual fue desarrollado en el laboratorio con los equipos e implementos necesarios para dar lecturas de los resultados y en sus diferentes días de curado como lo son a los 7, 14 y 28 días para el diseño patrón y con sus respectivas adiciones de ceniza del 4%, 7%,10% y 13% para el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>

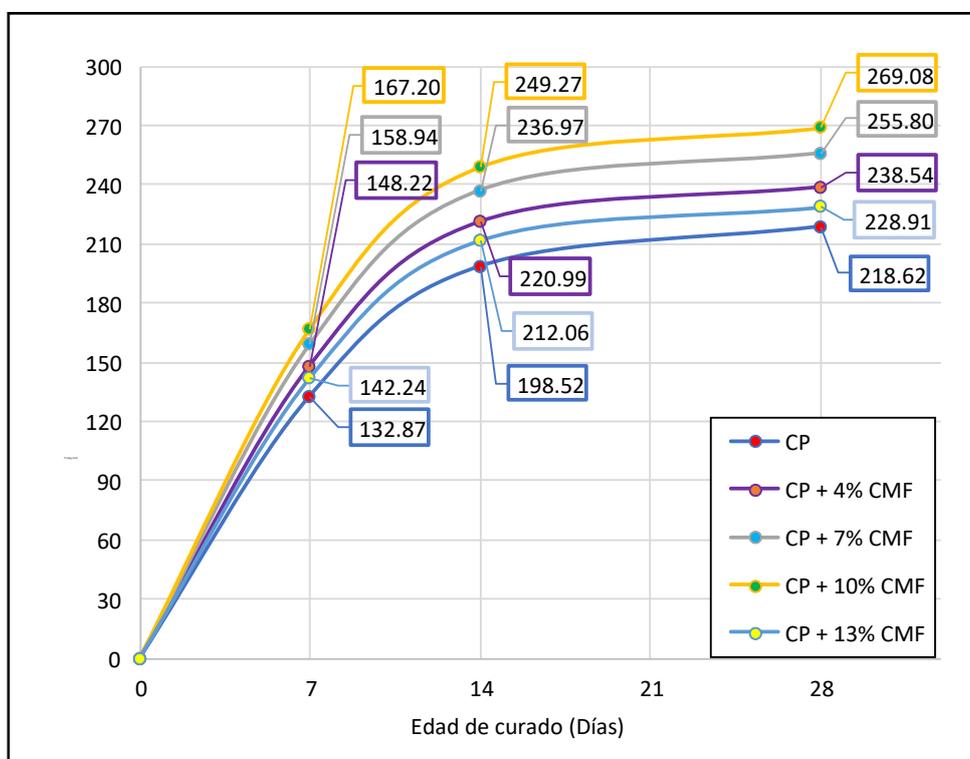
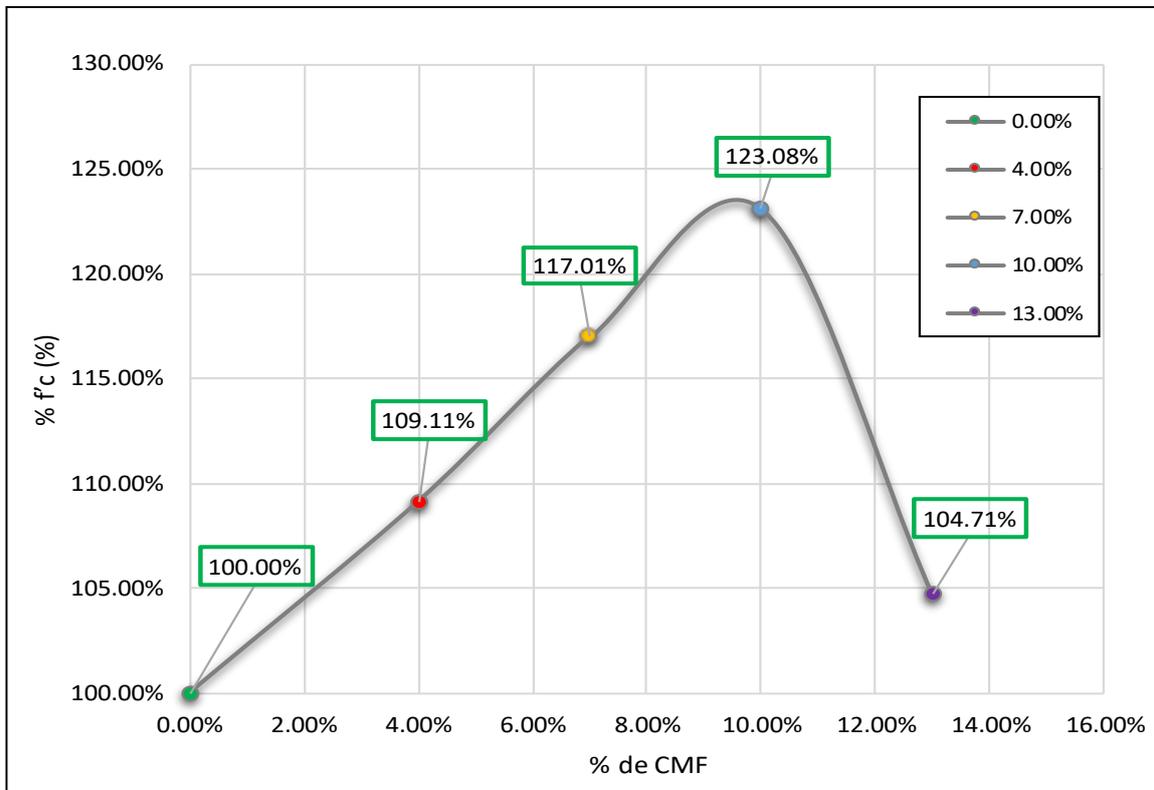


Fig. 11 Resis. a la compresión del diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del cemento por CMF al 4%,7%,10% y 13%.

Nota. En la **Fig.11**, se evidencia que desde los primeros 7 días su resistencia es superior a la del concreto patrón, en la gráfica hubo un porcentaje que estuvo por encima de todos los porcentajes que se trabajaron y del diseño patrón, es el porcentaje del 10% donde se verifica la máxima resistencia, así hasta llegar a los 28 días en donde su esfuerzo fue la más óptima. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 11**.

En la **Fig.12**, se evidencia un versus de las resistencias obtenidas en el ensayo a compresión, expresado en porcentajes y con reemplazo del cemento por CMF a sus 28 días de curado para poder identificar su influencia de nuestra muestra en el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

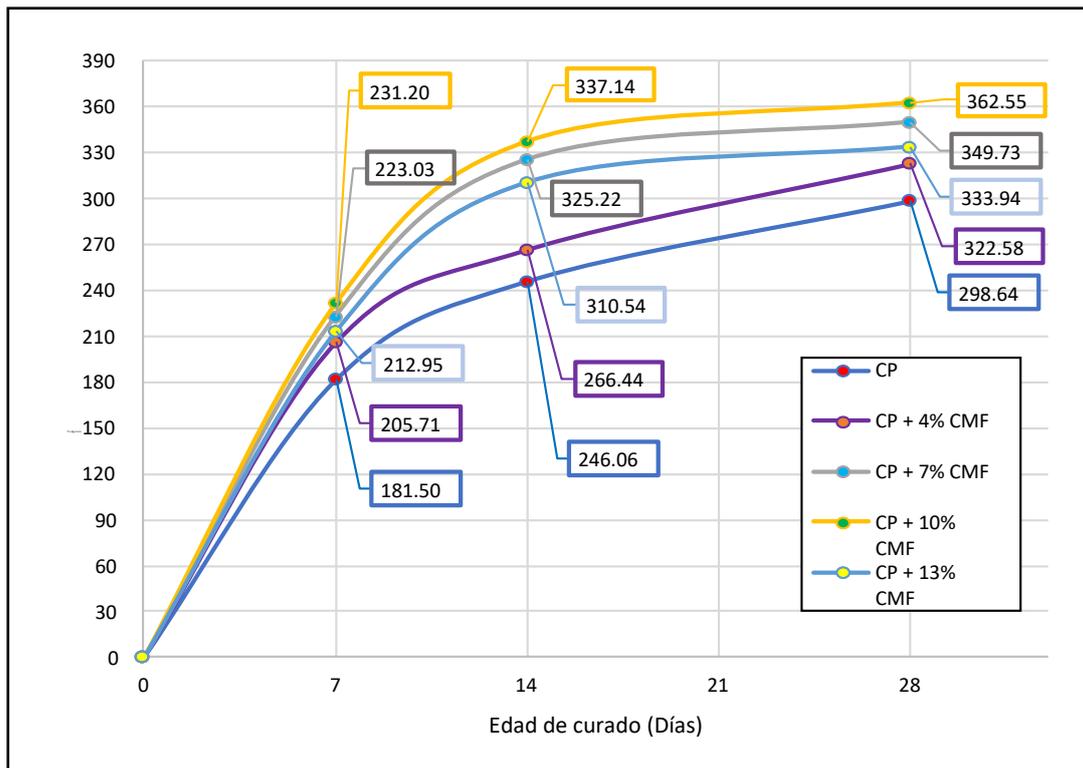


**Fig. 12 Comparativa de f'c en porcentaje de CMF al 4%,7%,10% y 13% en el diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.**

Nota. De la **Fig. 12**, se muestra de qué manera afecto la ceniza de madera faique a sus 28 días de curado, en donde desde la primera adición ya se ve un porcentaje positivo que está por encima del diseño patrón el cual se pudo evidenciar en todos los porcentajes utilizados, pero recalcando en el porcentaje del 10%.

**R.C del concreto con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%,10% y 13% para una resistencia de diseño  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ .**

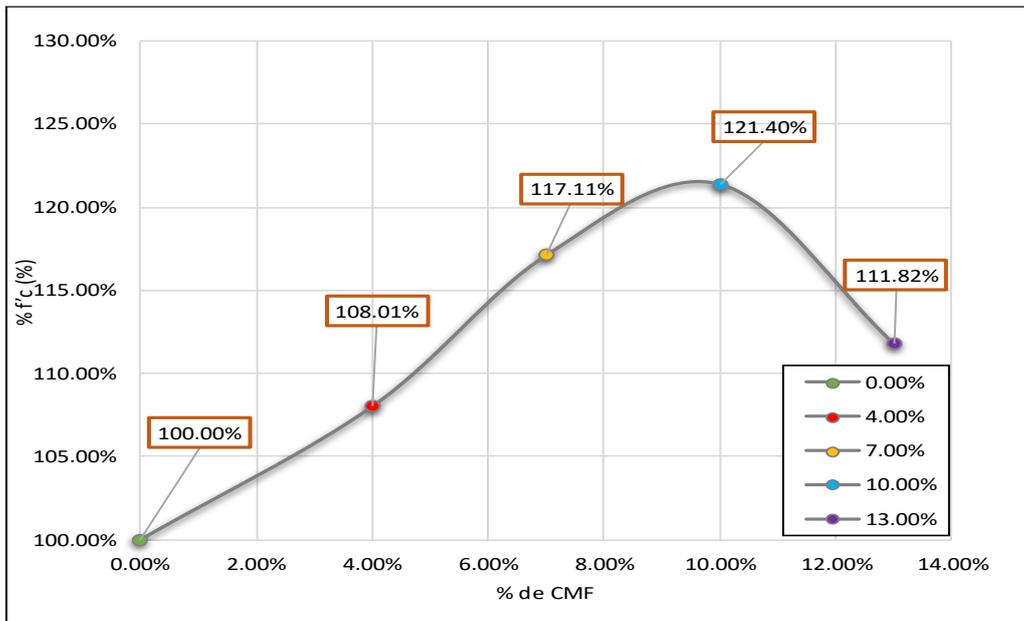
En la **Fig.13**. se presentan los resultados del ensayo de compresión aplicados en los diferentes días de curados como lo son a los primeros 7, 14 y 28 días los cuales fueron ensayados con sus respectivos porcentajes del 4%, 7%, 10% y 13% para su diseño  $f'c$  280  $\text{kg/cm}^2$ . La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 12**.



**Fig. 13 Resis. a la compresión del concreto  $f'c$  280  $\text{kg/cm}^2$ , más las sustituciones de los porcentajes al 4%, 7%, 10% y 13% con ceniza.**

Nota. De la **Fig.13**, se interpreta que hubo dos resistencias que estuvieron por encima de los demás porcentajes los cuales son 10% y 13% los cuales presentaron resistencias muy elevadas en los diferentes días de curado, pero el que sobresale es con el porcentaje de 10% que se mantuvo por encima hasta los 28 días.

En la **Fig. 14**, se puede evidenciar una comparativa entre los porcentajes ceniza en los porcentajes de 4%, 7%, 10% y 13% los cuales están en relación a su resistencia a nivel de porcentaje a sus 28 días para poder identificar de cómo actúa nuestra adición de ceniza en el concreto que cuenta con un diseño de 280  $\text{kg/cm}^2$ .

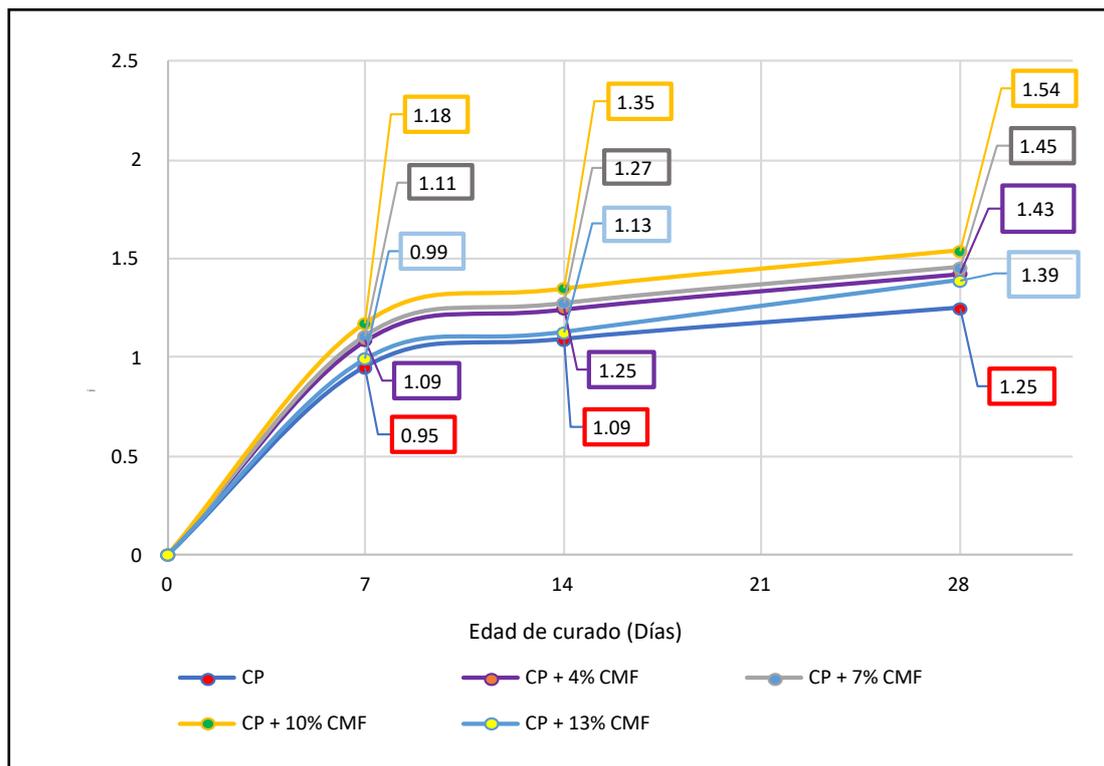


**Fig. 14 Comparativa de  $f'c$  en porcentaje de CMF al 4%,7%,10% y 13% en el diseño 280 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días**

Nota. De la **Fig. 14**, se pudo identificar de cómo actúa el concreto al ser adicionado porcentajes de ceniza en donde con el 4% ya se presenta una mejoría en su resistencia al igual que todos los porcentajes los cuales se mantienen por encima de nuestro diseño patrón, pero se tiene que recalcar al porcentaje de 10% el cual tiene un porcentaje de superioridad del 21.40% dando como resultado que se puede considerar como su porcentaje óptimo.

**R.T del Concreto Patrón y sustitución del cemento por CMF al 4%, 7%,10%y 13% para una resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

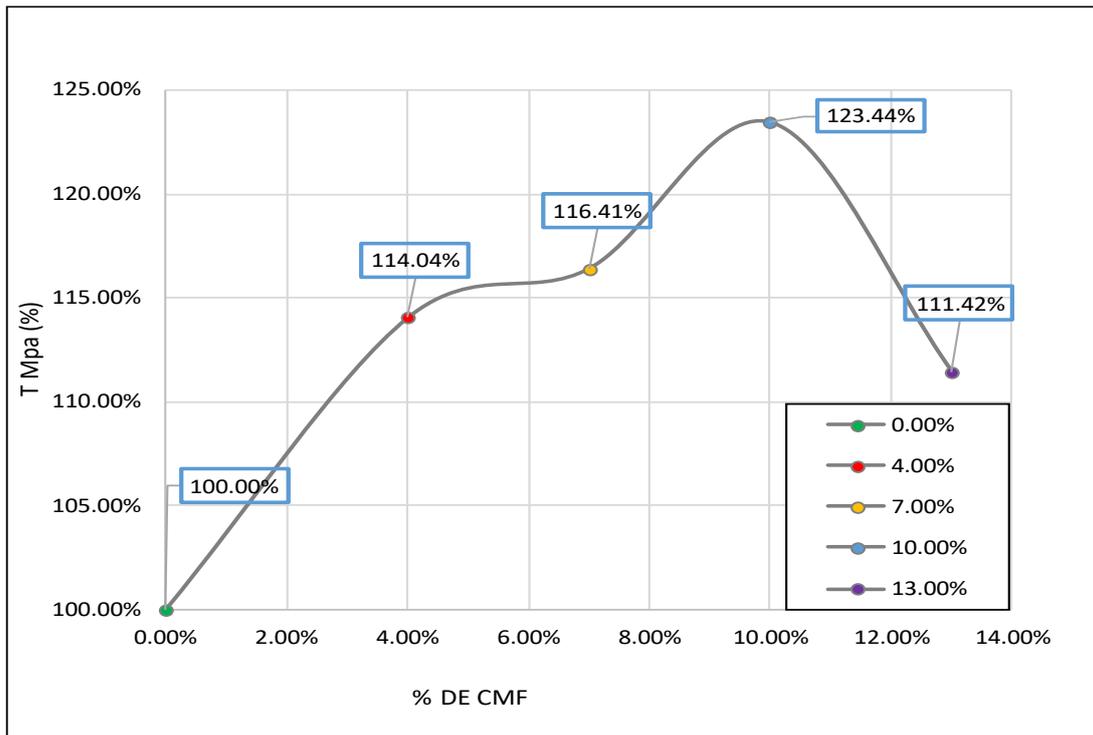
En la **Fig. 15**, se observan los valores obtenidos al desarrollarse el ensayo a tracción en el laboratorio el cual fue aplicado en sus diferentes días de curado como lo son a los primeros 7, 14 y 28 días correspondientemente para el diseño elaborado que en este caso contamos con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  además de sus adiciones del 4%, 7%, 10% y 13% de ceniza La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 15**.



**Fig. 15 Resis. a la tracción del concreto en el diseño  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%**

Nota. En la **Fig.15**, se verifica el comportamiento de todas las resistencias aplicadas en sus días de curado, en donde se puede evidenciar de cómo actúa la ceniza con su diferente porcentaje al ser aplicado en los diferentes días de curado, también se evidenció que el 10% de reemplazo se mantuvo por encima de los demás porcentajes desde los primeros 7 días hasta los 28 días de curado.

En la **Fig. 16**, se observa la comparativa entre las resistencias de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en sus 28 días que hizo el proceso de curado del  $f'c$  en porcentaje de reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%, con el fin de determinar la influencia de este material en el concreto.

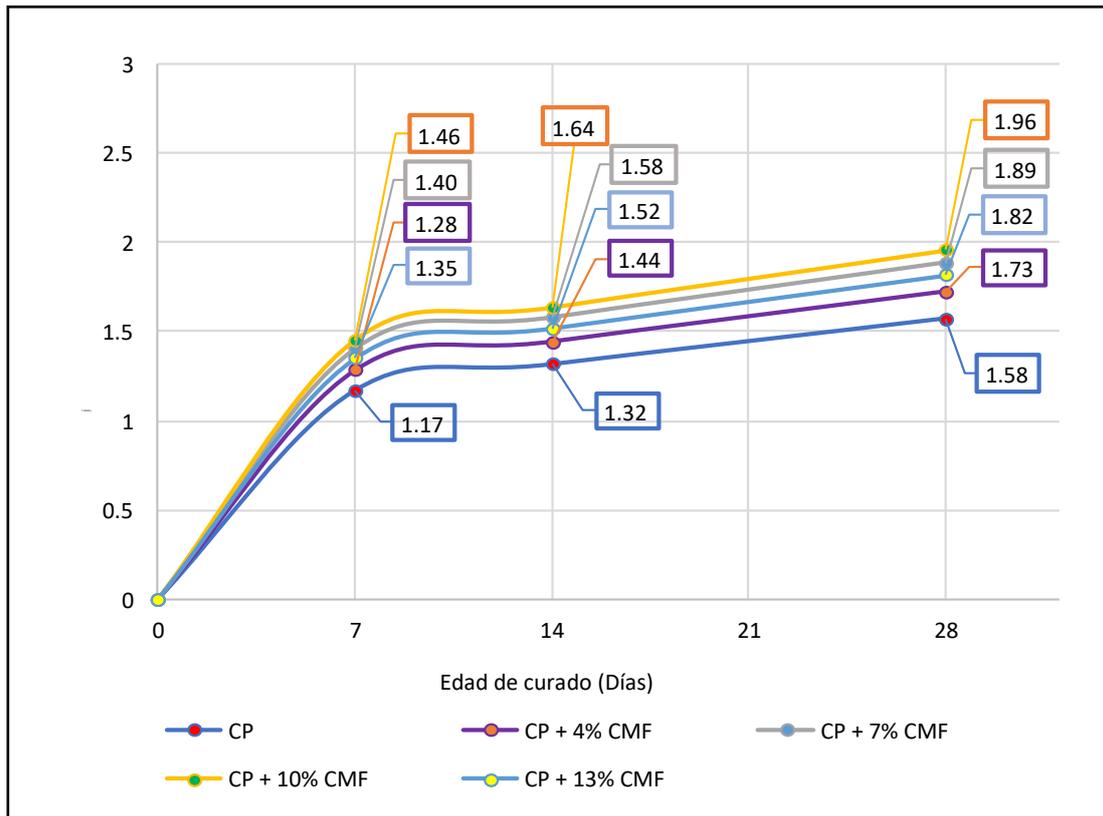


**Fig. 16 Comparativa en MPa de la CMF al 4%, 7%, 10% y 13%.**

Nota. De la **Fig.16** se puede evidenciar de manera de porcentaje en cómo actúa la CMF en su diferente porcentaje a sus 28 días en donde se puede evidenciar que todos los porcentajes adicionados están por encima del diseño patrón, pero el que se diferencia de todos los porcentajes es con la adición del 10% de ceniza en donde su porcentaje aumento en un 23.44% por encima del diseño patrón.

**R.T del Concreto patrón y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%,10%y 13% para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .**

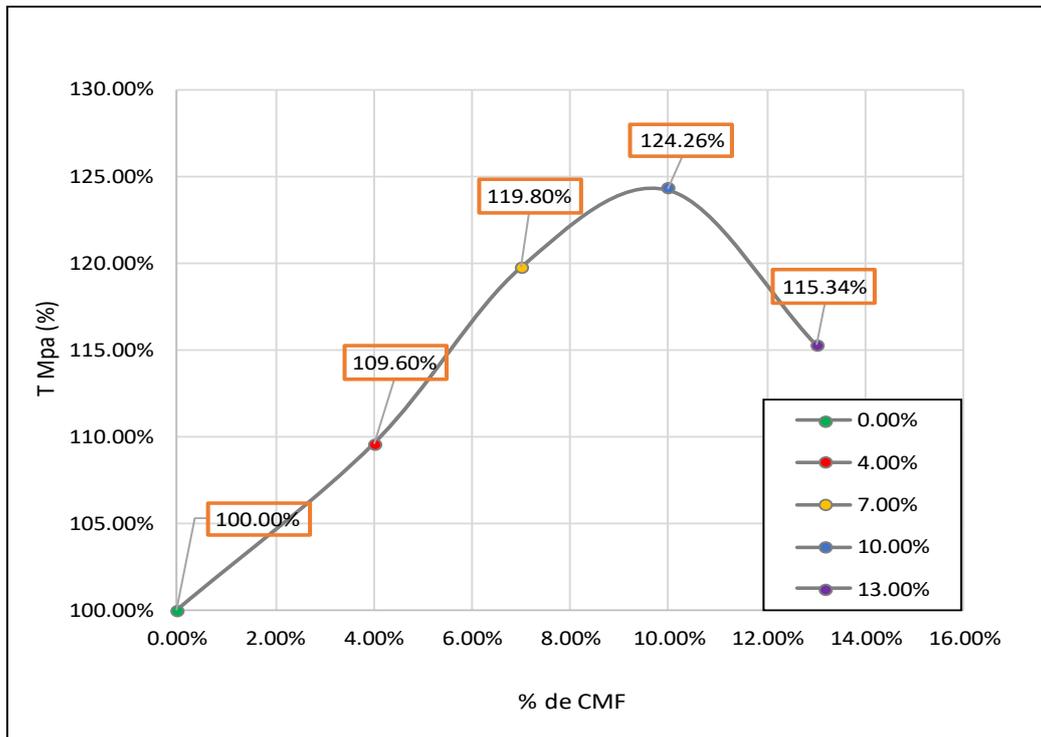
Los resultados de la prueba de R.T aplicados en los diferentes días de curado los cuales son a los primeros 7, 14 y 28 días para el diseño de  $280 \text{ kg/cm}^2$  con adiciones del 4%, 7%, 10% y 13% los cuales se presentarán en la figura con más detalle. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 16**.



**Fig. 17 Resis. a la tracción del concreto con diseño  $280 \text{ kg/cm}^2$  y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%.**

Nota. De la **Fig.17** se puede evidenciar de cómo actúan cada porcentaje en sus diferentes días de curado teniendo de evidencia que el porcentaje del 10% supera al resto de porcentajes con resultados más favorables que los otros, pero teniendo en cuenta que todos los porcentajes trabajados superan al diseño patrón.

En la **Fig.18** se podrá evidenciar una curva que está basada en los porcentajes de ceniza en relación a los 28 días de curado con el fin de poder evidenciar de cómo actúa la muestra con cada porcentaje trabajado.

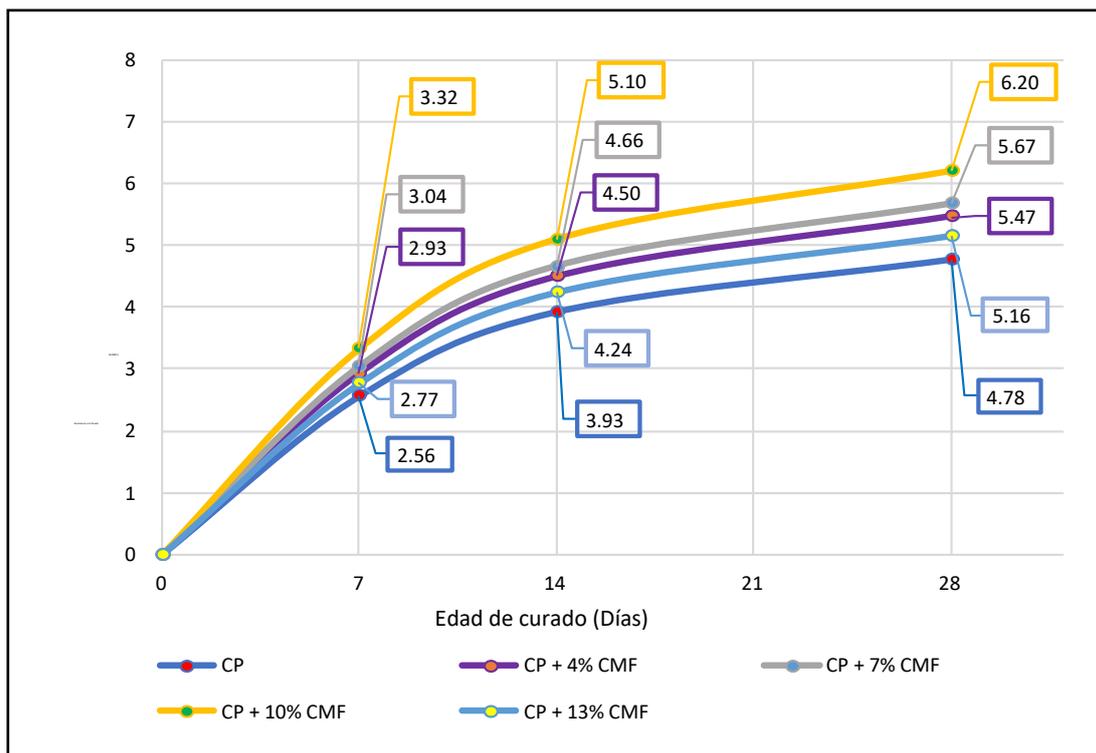


**Fig. 18 Comparativa de MPa expresadas en porcentajes en el diseño f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días.**

Nota. De la **Fig.18** se puede identificar de las diferentes variaciones de resultados que se muestra a los 28 días con cada uno de los porcentajes trabajados, pero haciendo un mayor realce en el porcentaje del 10% ya que se pudo identificar que es ahí en donde se obtuvo el porcentaje mas alto contando con 24.26% de superioridad respecto a otros porcentajes.

**R.F del Concreto Patrón y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% para un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

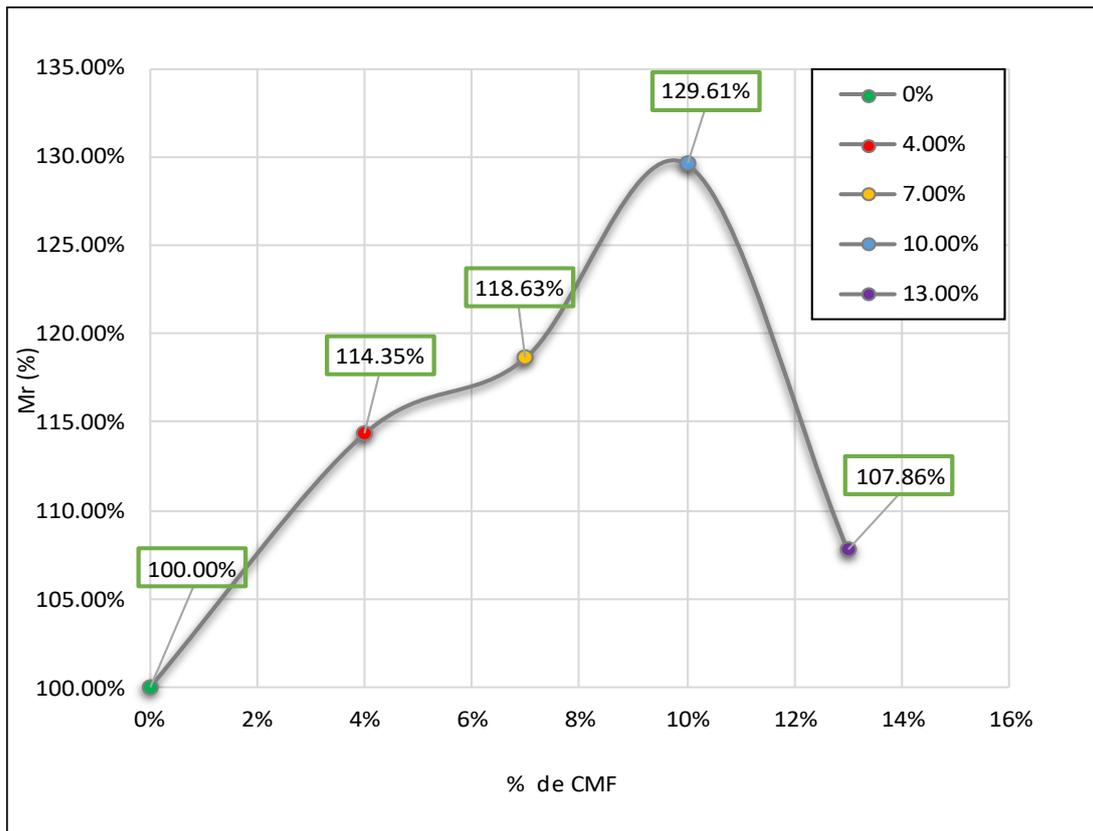
En la **Fig. 19**, se puede verificar los diferentes resultados del ensayo de flexión los cuales fueron aplicados en los días de curado del 7, 14 y 28 días los cuales fueron trabajados para un diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$  al cual se les adiciono porcentajes de ceniza con su respectivo porcentaje los cuales son 4%, 7%, 10% y 13%. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 13**.



**Fig. 19 Resistencia a la flexión del concreto en un diseño  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%.**

Nota. En la **Fig.19**, se pudo identificar de como afectaba la ceniza en el diseño elaborado de  $210 \text{ kg/cm}^2$  al cual se le adicionaron porcentajes de ceniza, pero hubo un porcentaje el cual se destacó entre todos el cual es el 10% se identificó que fue superior respecto al resto de los porcentajes aplicados en donde se mantuvo con este promedio hasta sus 28 días de curado.

La **Fig. 20**, se puede observar un versus entre la resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en sus 28 días de curado del  $f'c$  con sustitución del cemento por cenizas de madera faique al 4%, 7%, 10% y 13%, con el fin de evaluar cómo influye este material en el concreto.

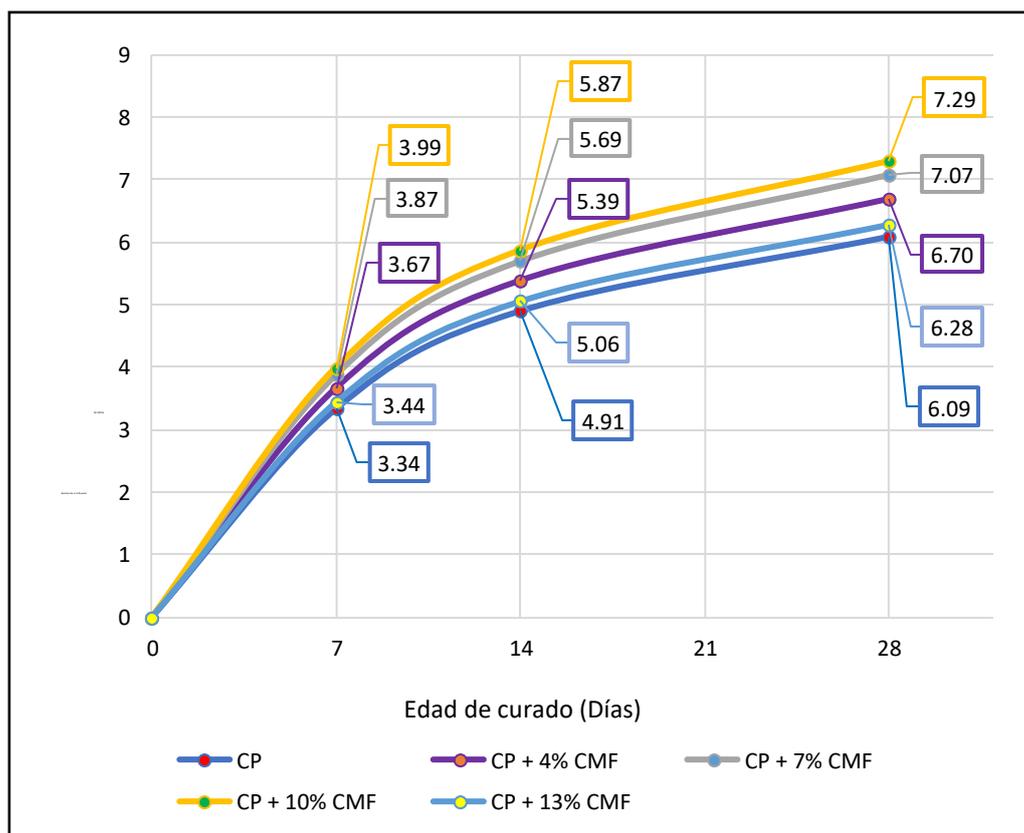


**Fig. 20 Comparativa en MPa expresadas en porcentajes de CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días.**

Nota. De la **Fig.20**, se pudo identificar de manera drásticamente como la sustitución del 10% tenemos una superioridad del 30% por encima del diseño patrón, también se hace mencionar que todos los porcentajes estuvieron por encima del diseño patrón lo cual nos lleva a la conclusión de que la adición de esta muestra afecta de manera positiva en nuestro concreto.

## R.F del concreto patrón y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% en un diseño $f'c$ 280 kg/cm<sup>2</sup>.

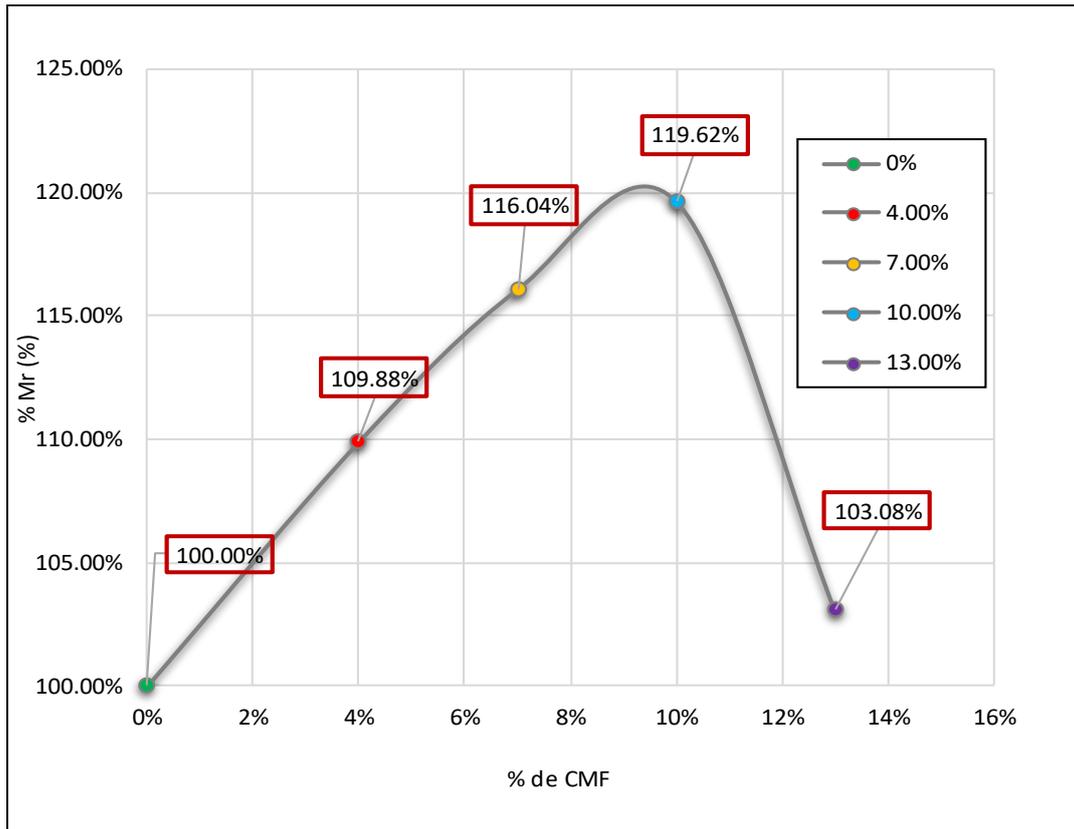
En la **Fig. 21** se podrá evidenciar los resultados del ensayo a flexión aplicado en el laboratorio a los 7, 14 y 28 días con sus diferentes porcentajes de cenizas y para un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a continuación, en la siguiente figura se podrá observar con más detalle el resultado de cada uno de los porcentajes trabajados en sus diferentes días de curado. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 14**.



**Fig. 21 Resistencia a la flexión del concreto con diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, más sustitución del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13%.**

**Nota.** La **Fig.21** presenta resultados muy favorables con la adición del 10% donde se puede evidenciar que desde los primero 7 días al ser evaluado presento resultados muy favorables a comparación del resto de porcentajes además de estar por encima del diseño patrón.

La **Fig. 22** se observa una comparativa entre la resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> en los últimos 28 días donde el  $f'c$  expresadas en porcentajes al 4%, 7%, 10% y 13%, con el fin de determinar la influencia de este material en el concreto.

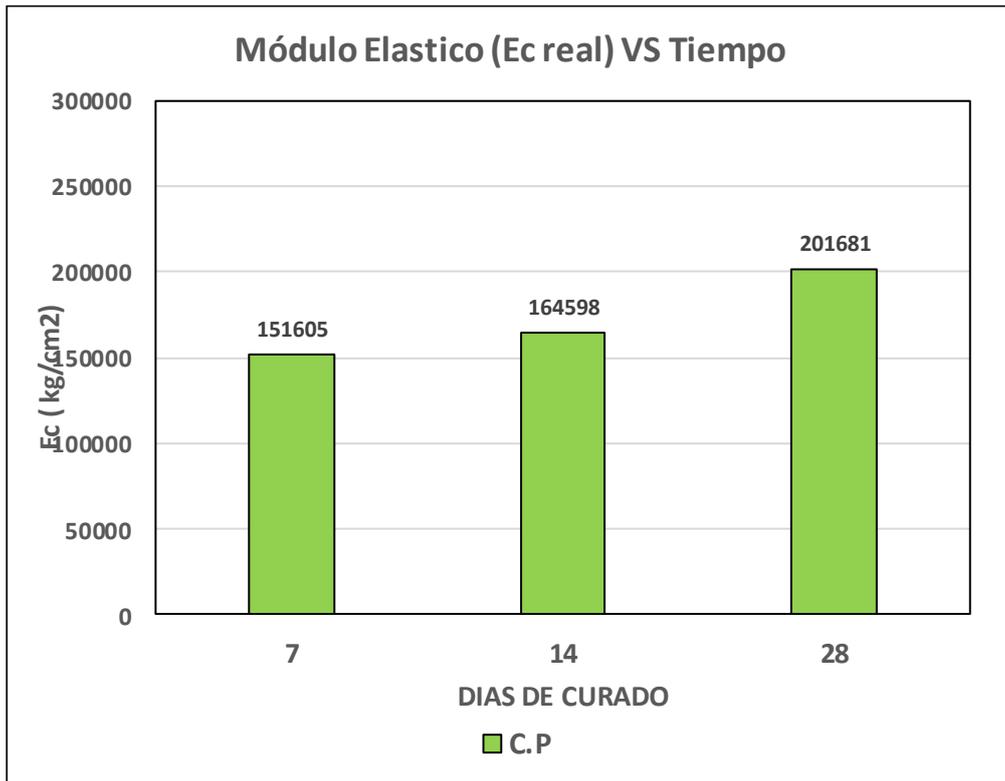


**Fig. 22 Comparativa de MPa expresadas en porcentajes de CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días.**

Nota. De la **Fig.22** se puede observar de cómo influye los porcentajes en el diseño elaborado partiendo desde el 4% se puede presentar ya un aumento considerable igual que el resto de porcentajes trabajados, pero con el porcentaje del 10% es donde se pudo evidenciar su máximo porcentaje contando superando por un 20% a su diseño patrón.

**Módulo de elasticidad del C.P, a los 7,14 y 28 días de curado para la resistencia de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .**

En la **Fig.23** se podrá evidenciar los resultados patrones los cuales fueron evaluados en el laboratorio teniendo en cuenta los días de curado y la relación de tiempo que se tiene que tener además de la normativa con la cual se desarrolla que es la ASTM C494. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 17**.

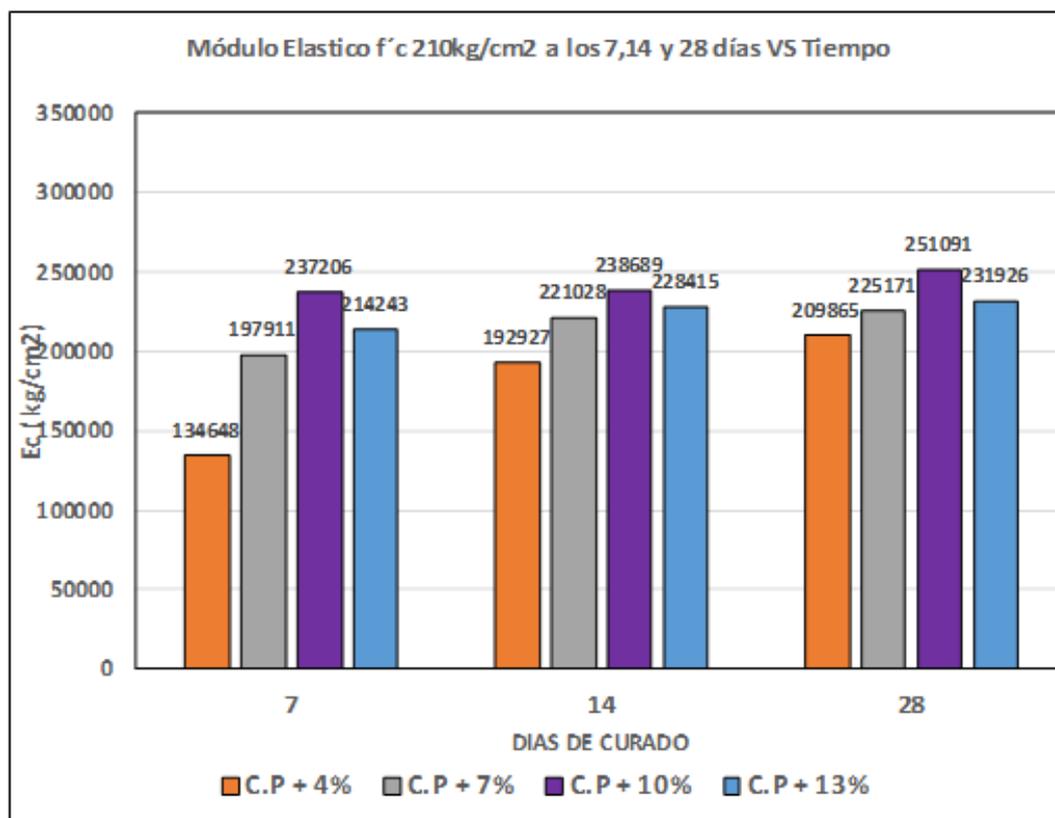


**Fig. 23 Diferencias de Módulo de elasticidad ( $E_c$  real) del C.P para un  $f'c$  210  $\text{kg/cm}^2$  a 7, 14 y 28 días.**

Nota. En la **Fig. 23** se tiene como resultado al diseño patrón del ensayo de módulo de elasticidad en sus respectivos días de curado los cuales son 7, 14 y 28 días en donde se va presentando un incremento mientras más paso los días de curado hasta llegar a los 28 días.

## M.E del Concreto Patrón y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% para un diseño $f'c=210\text{kg/cm}^2$

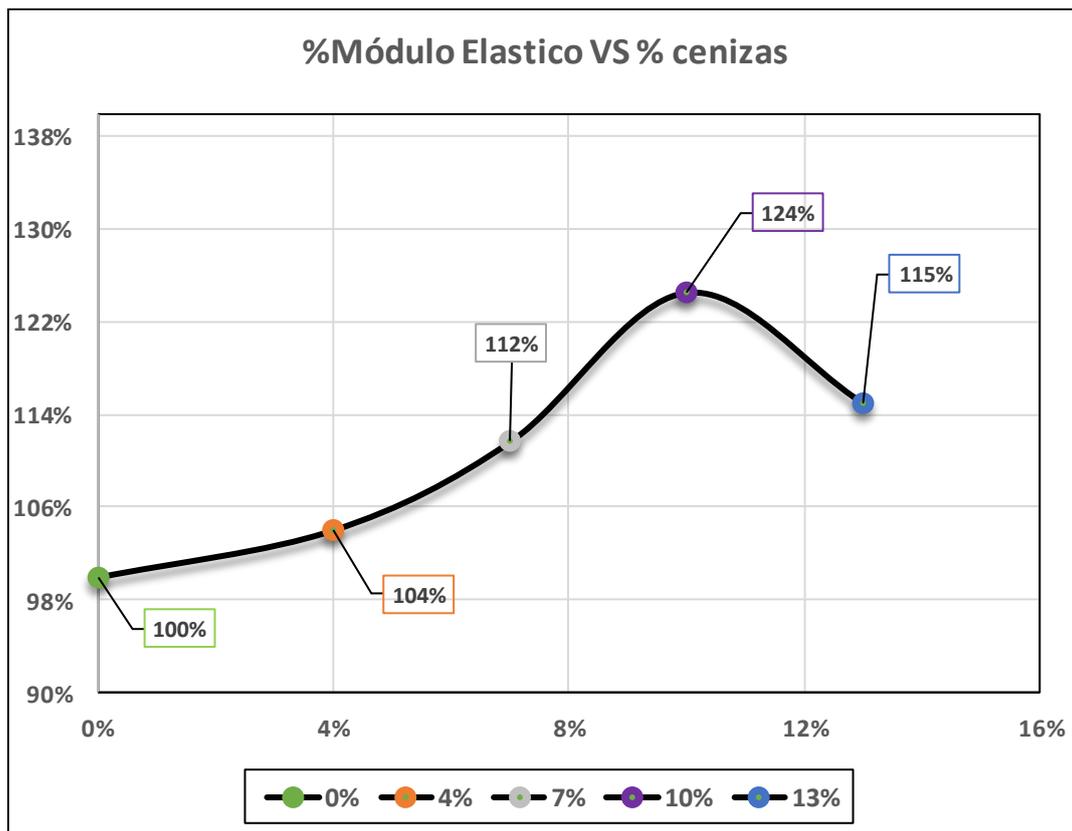
Una vez desarrollada el ensayo del módulo de elasticidad con cada uno de los porcentajes a trabajar se pudo identificar cuál es el porcentaje que influye de manera positiva en el diseño elaborado los cuales están aplicado para ser aplicados en los diferentes días de rotura. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 17**.



**Fig. 24** Comparativa de  $f'c$  expresada en porcentajes de CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a sus diferentes días de curado.

**Nota.** En la **Fig. 24** se pudo evidenciar de como la influencia de porcentajes de cenizas hacen que el módulo tenga resultados favorables desde los primero 7 días al ser sometido a su ensayo además de poder visualizar que el porcentaje del 10% es con el cual mejor resultado se tiene.

En la **Fig. 25**, se observa la comparación entre los porcentajes, donde hubo un acrecentamiento del M.E a partir del diseño patrón.

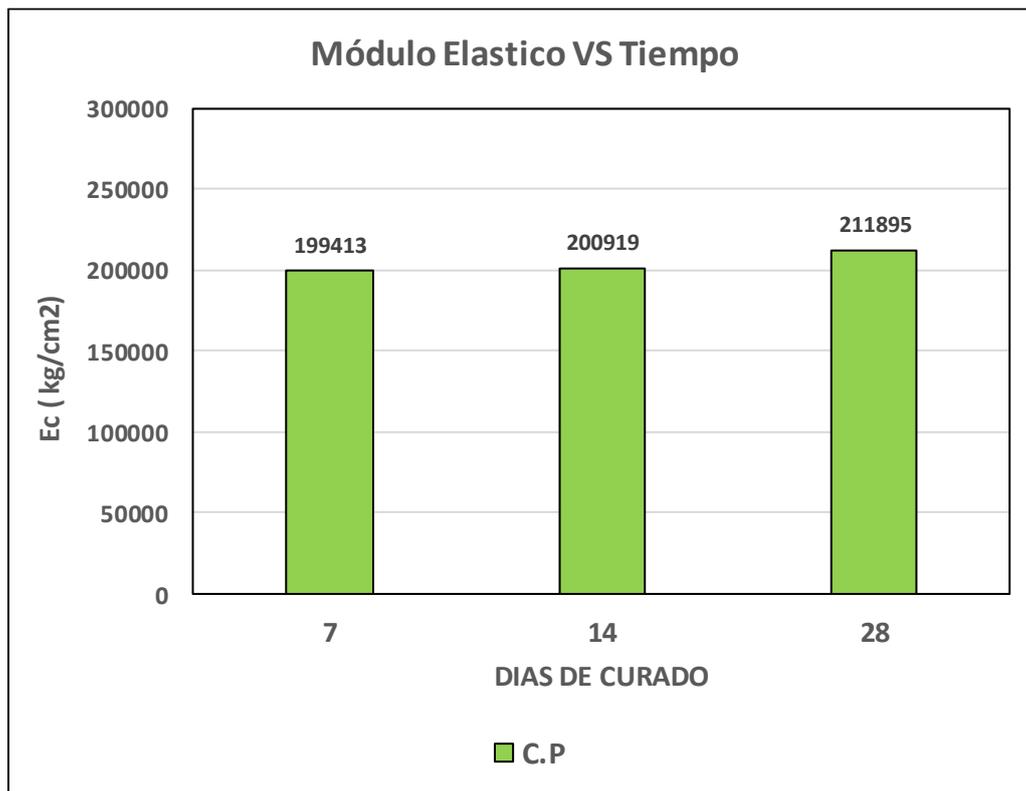


**Fig. 25 Comparación del M.E en porcentajes del diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y con reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% en los 28 días de curado.**

**Nota.** En la **Fig. 25**, se observa de como cada uno de los porcentajes que fueron sometidos a estos ensayos superan al diseño patrón con resultados favorables, pero con la adición del 10% se pudo contar con resultado mucho más favorable que el resto de porcentajes dando como resultado de manera positiva un 24% de beneficio al ser aplicado a los 28 días de curado.

**Módulo de elasticidad del C.P, en sus edades de 7,14 y 28 días para un diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>.**

En la **Fig. 26** se puede visualizar de cómo se obtuvieron los diseños patrones el cuál serán de nuestra guía para poder hacer las comparaciones con los porcentajes que serán sometidas. La validación del resultado se encuentra en el **Anexo 18**.

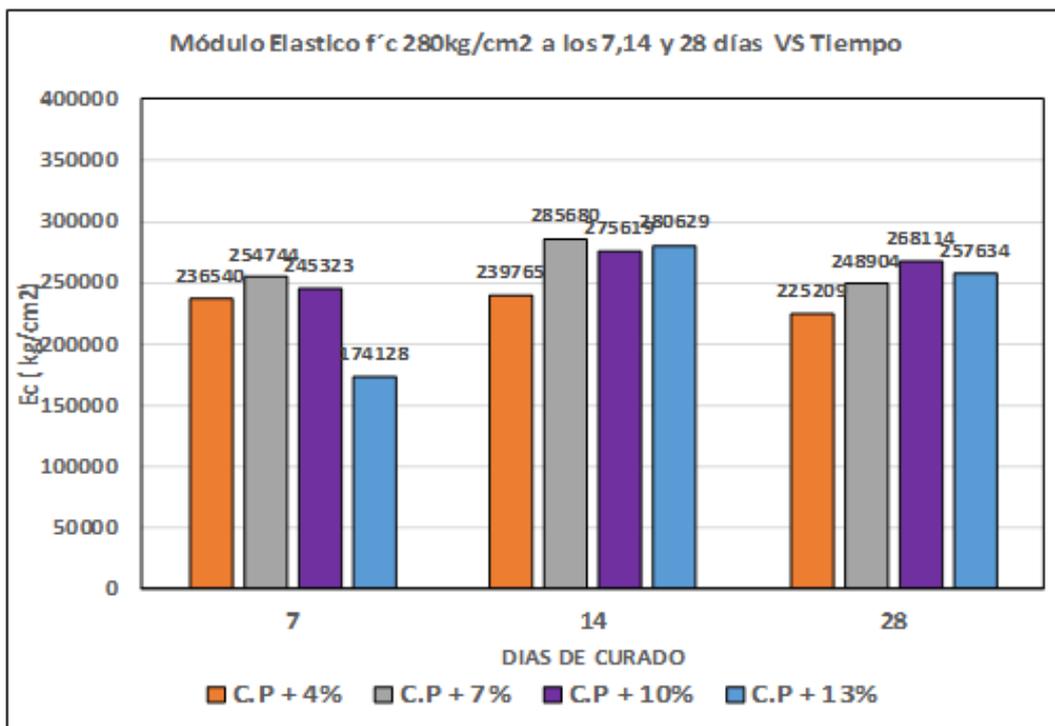


**Fig. 26 Comparación del Módulo de elasticidad del C.P para un diseño de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> a 7, 14 y 28 días diseño patrón.**

Nota. De la **Fig. 26** se puede tener como resultado que de los valores obtenidos servirán de guía para poder hacer las comparaciones y ver de cómo afecta los porcentajes de ceniza en nuestro diseño patrón.

**Módulo de elasticidad del CP y con el reemplazo del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% para un diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>**

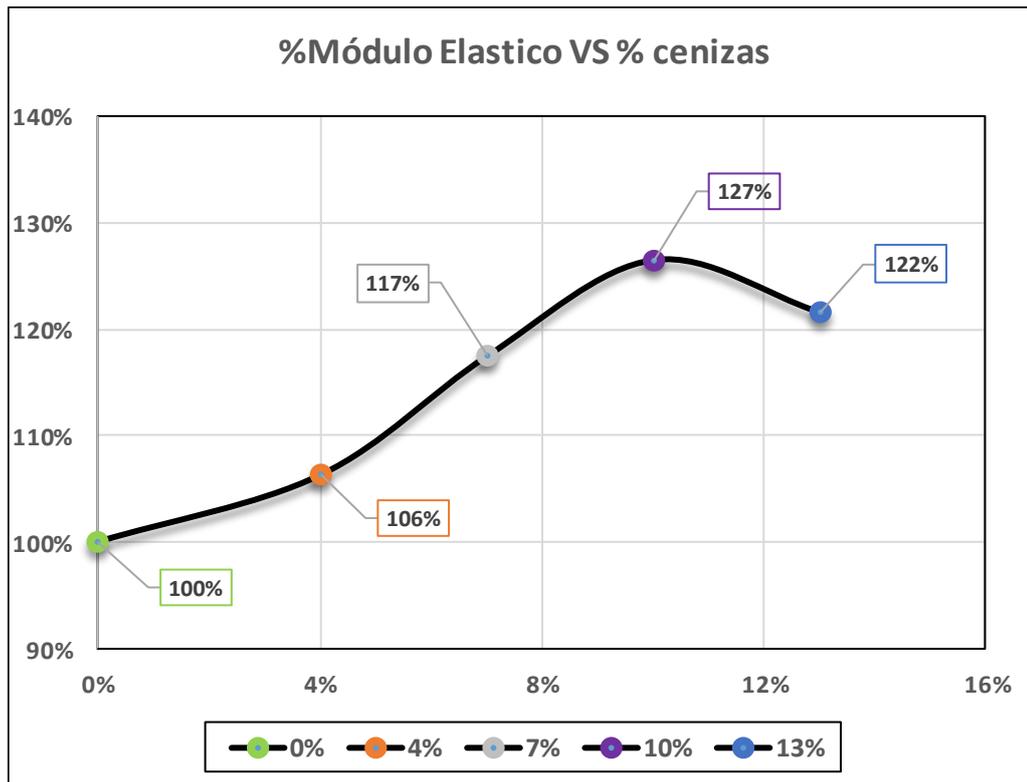
En la siguiente **Fig. 27** se podrá hallar los valores obtenidos de cada uno de los porcentajes trabajado y poder observar de cómo ha sido su reacción al ser sometido a la ceniza en los diferentes días de curado como lo son a los primeros 7, 14 y 28 días de curado.



**Fig. 27 Comparación de M.E del concreto patrón del diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, más la sustitución del cemento por CMF al 4%, 7%, 10% y 13% a los 7,14 y 28 días.**

**Nota.** De la **Fig. 27** se pudo observar que los resultados varían entre sí de acuerdo al porcentaje trabajado y sobre todo a los días de ser ejecutados en la máquina del laboratorio, pero los datos son de manera favorable, menos a los primeros 7 días con el reemplazo del 13% de CMF en donde se obtuvo resultados cercanos al del diseño patrón, mientras que el resto de porcentajes están muy por encima del diseño patrón.

En la **Fig. 28**, se observa un versus entre el porcentaje de aumento del M.E a partir del diseño patrón para ver cómo afecta sustituir el cemento por cenizas de madera en cada diseño a los 28 días de curado.



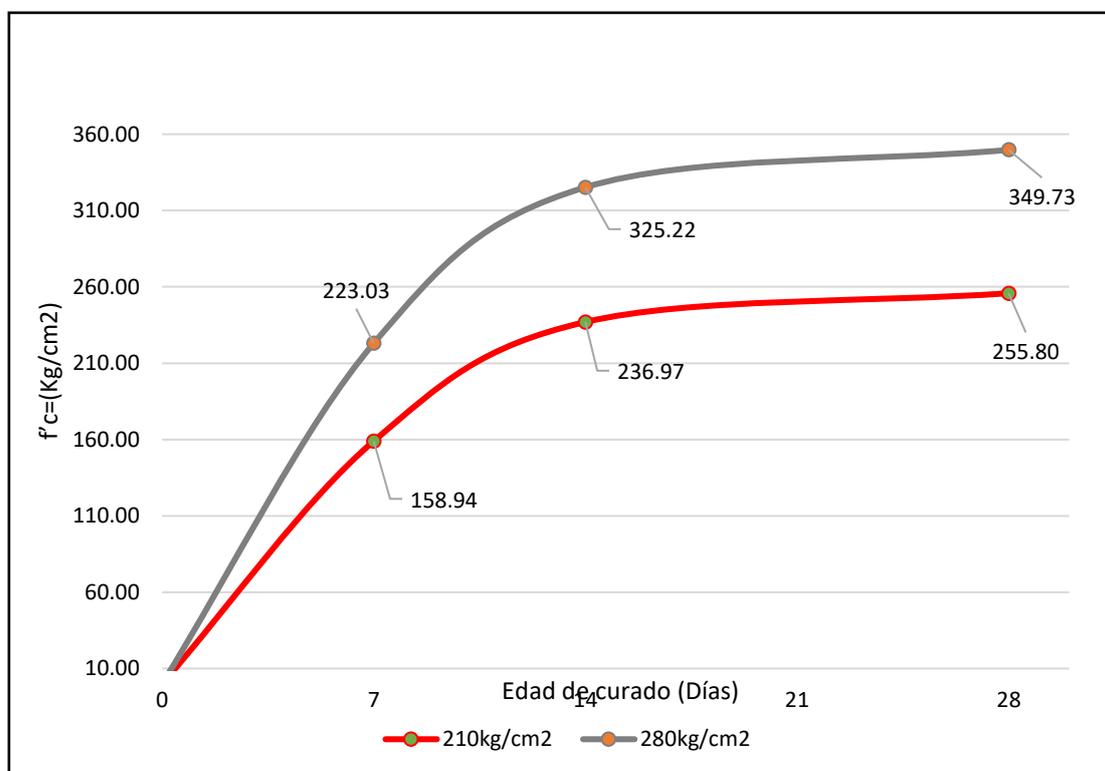
**Fig. 28 Comparación del M.E en porcentajes del diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> al ser reemplazado el cemento por cenizas al 4%, 7%, 10% y 13% a los 28 días.**

Nota. En la **Fig.28** mostrada se puede identificar de qué manera influye la ceniza en cada uno de los porcentajes agregados, pero aportando valores positivos ya que se puede observar que con todos los porcentajes trabajados están por encima del diseño patrón, además de eso se puede evidenciar que con el 10% los resultados son muy favorable dando así que con este porcentaje se tuvo una mejoría del 27% con respecto a su diseño patrón.

**Según objetivo específico 04.** Determinar el porcentaje óptimo de cenizas de madera de faique.

### - Resis. a la compresión

En la **Fig. 29** se ejecutó un cotejo con los porcentajes más óptimos de cada diseño trabajado los cuales fueron de 210 kg/cm<sup>2</sup> y de 280 kg/cm<sup>2</sup> en donde se pudieron identificar el porcentaje óptimo que es con la adición del 10% de ceniza en donde en el primer diseño se pudo obtener una resistencia de 255.80 kg/cm<sup>2</sup> y mientras que para el otro diseño se obtuvo una resistencia de 349.73 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, dichos resultados aplicado a los 28 días de su curado. Dejando como evidencia que este porcentaje es el más óptimo para dicho ensayo mecánico.

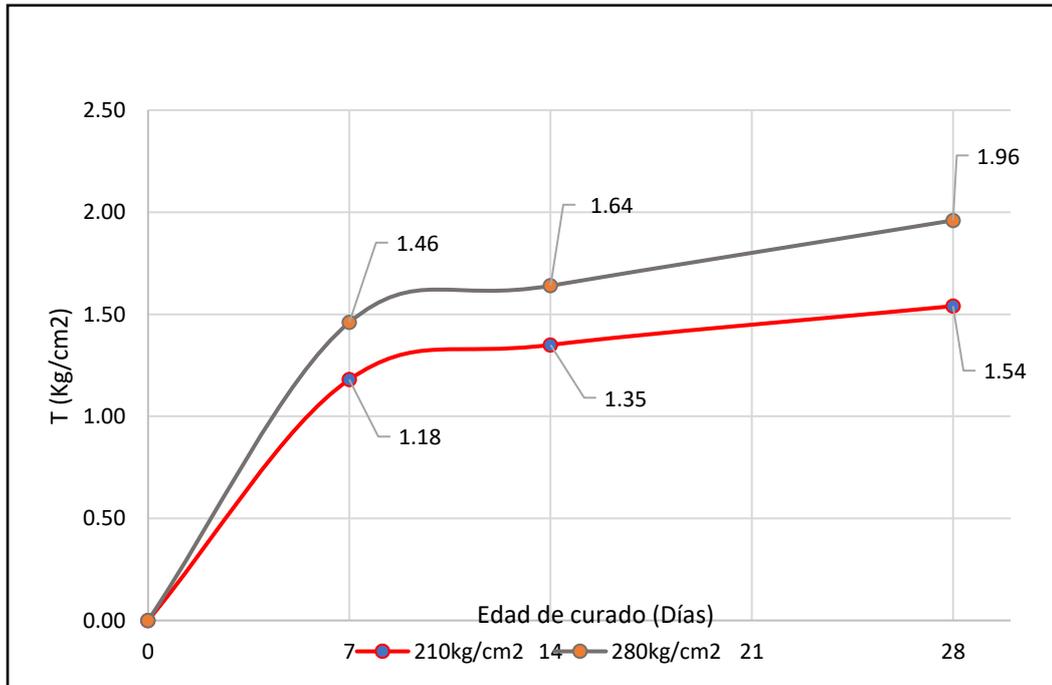


**Fig. 29 Versus de los porcentajes óptimos de la CMF en las resistencias a de los diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.**

Nota. En la **Fig.29** se puede evidencia de que manera influye la incorporación de nuestra muestra en los diseños trabajando, dando como resultado que aporta resultados favorables en sus diferentes días de curado ya que se pudo evidenciar que está por encima de todos los porcentajes trabajados y además del diseño patrón.

### - Resis. a la tracción

En la **figura 30**, se llegó a realizar las comparativas en los dos diseños trabajados con el fin de poder evidenciar de cuál es el porcentaje óptimo en ambos diseños, dando así como resultado que con la adición del 10% de ceniza sus R.T es mayor al resto de porcentajes, es por eso que en el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se tuvo una resistencia de 1.54 MPa mientras que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> se pudo obtener una resistencia de 1.96 MPa respectivamente y aplicados a sus 28 días de curado.

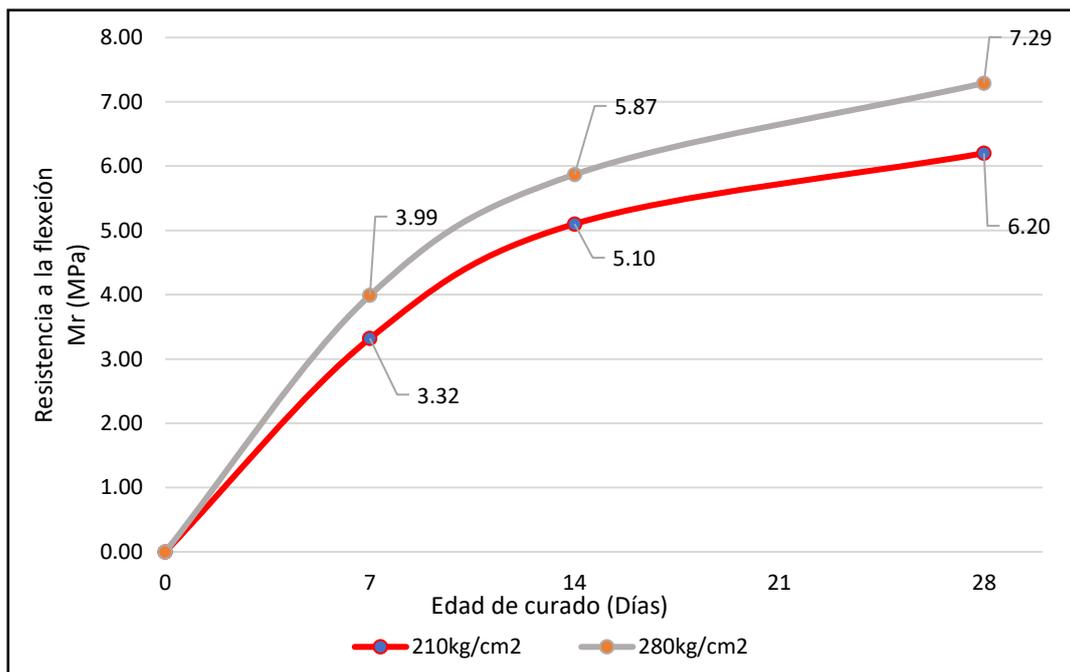


**Fig. 30 Comparativa en los diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo de tracción con el porcentaje del 10% de ceniza.**

**Nota.** En la **Fig.30** se pudo identificar como la adición del 10% de ceniza dio resultados favorables en sus ambos diseños trabajados, en sus diferentes días de curado a los cuales fueron aplicados que son a los primeros 7, 14 y 28 días, con esos resultados se pudo identificar que con este porcentaje se puede obtener el porcentaje óptimo para desarrollar este ensayo mecánico.

### -Resis. a la flexión

En la **Fig. 31** se llegó a realizar las comparaciones de ambos diseños con el fin de poder evidenciar con qué porcentaje de ceniza se obtendrá la mayor resistencia aplicado en sus días de curado y dando como respuesta que al utilizar el 10% de nuestra muestra para el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> se llegó a su resistencia máxima de 6.20 MPa, mientras que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> su resistencia máxima fue de 7.29 MPa, los cuales fueron aplicados arrojados a los 28 días de curado.



**Fig. 31 Comparativa de los porcentajes óptimos en f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> en el ensayo de flexión aplicado al 10% de CMF**

Nota. En la **Fig. 31** se puede observar de como influyo de manera positiva la adición de la ceniza con un porcentaje del 10% ya que al ser ensayados en sus respectivos días de curado los cuales fueron a los 7, 14 y 28 días, arrojaron valores favorables en comparación al resto de porcentajes, dando como resultado final que con ese porcentaje se debe trabajar este ensayo ya que los resultados fueron los más óptimos.

## **-Módulo de elasticidad**

En el ensayo de M.E se pudo dejar como evidencia que al aplicar el 10% de ceniza en sus diferentes diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> los resultados son favorables en comparación a sus diseños patrones elaborados y el resto de porcentajes adicionados de los cuales fueron 4%, 7% y 13% de ceniza, donde se dejó de evidencia que a partir del último porcentaje mencionado su resultado de módulo de elasticidad empieza a disminuir progresivamente, dando como respuesta que con los primeros porcentajes elaborados sus rendimientos estuvieron por encima del diseño patrón llegando al punto más alto que es de un 27% cuando se aplicó el 10% de ceniza.

## **3.2 Discusiones**

### **Discusión del objetivo específico 1**

El estudio de canteras señaló que el A.F perteneciente a la cantera Pátapo – “La Victoria”, están dentro de los parámetros de módulo de fineza según la normativa ASTM C136 y límites de plasticidad por la norma NTP 400.012, teniendo para el agregado grueso la cantera de “Pacherrez” un HUSO 67. El A.G obtuvo un T.M.N de 3/4”, un contenido de humedad de 0.49%, P.U.S de 1378.44 kg/cm<sup>3</sup>, P.U.C de 1554.79 kg/cm<sup>3</sup>, P.E de 2.826 gr/cm<sup>2</sup> y absorción de 1.231%, asimismo, la arena gruesa obtuvo un módulo de fineza de 2.42, contenido de humedad de 0.85%, peso unitario suelto de 1370.43 kg/cm<sup>3</sup>, peso unitario compactado de 1537.61 kg/cm<sup>3</sup> y peso específico de 2.38 gr/cm<sup>2</sup> y absorción 2.51%; los resultados obtenidos son similares a las propiedades de los agregados pétreos utilizados en la tesis de [31] y [32], dónde los datos están en un rango estipulado pero cumple con los parámetros establecidos por la ASTM C136 con el cual los agregados están aptos para realizar un buen diseño de mezcla para apoyar en el concreto.

### **Discusión del objetivo específico 2**

Evaluando la actividad puzolánica con el análisis de difracción de rayos X al que fue sometido las CMF se pudo identificar que la mayor parte está compuesta por Óxido de silicio en un 63%, Óxido de aluminio en un 2%, Óxido de hierro en un 14%, Óxido de calcio en un 3% y Óxido de magnesio en un 18%; en cuanto a la temperatura óptima de calcinación fue 850° C, según la investigación [25] se aproxima a la temperatura trabajada, dado que se calcinó con una temperatura óptima de 900°C para alcanzar su activación, por otra parte, en la investigación de [49] la temperatura óptima que trabajó fue de 980°C siendo mayor y presentando una diferencia notoria, sin embargo, la composición química de las cenizas fueron parecidas a la investigación ya que se presentó mayor componente de Óxido de silicio en un 58%, Óxido de Calcio en un 13%, entre otros compuestos químicos.

### **Discusión del objetivo específico 3**

Con respecto a la prueba de asentamiento para las mezclas realizadas con un porcentaje de sustitución de cemento en 0%, 4%, 7% y 10% y 13%, se obtuvo medidas con el ensayo de “slump” dentro de la tolerancia permitida según la norma NTP 339.035, se observó que con un mayor contenido de CMF disminuye la plasticidad de la mezcla de concreto, los resultados coinciden con la investigación [50], donde indicó que la

trabajabilidad del concreto disminuye con un mayor porcentaje de cenizas de hojas de mora.

La temperatura del concreto en los diferentes diseños elaborados de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> y juntamente con los porcentajes adicionados se pudo obtener resultados que para el segundo diseño las cenizas si influyo de manera drástica en ambos diseños es por eso que en las resistencias de 280 kg/cm<sup>2</sup> se pudo observar que su mayor temperatura fue de 29.80°C mientras que el de 210 kg/cm<sup>2</sup> su mayor temperatura fue 27.40°C con la adición del 13% de ceniza. Todos estos resultados se basaron en los parámetros establecidos de la ASTM C1064M, mientras que en la investigación [51] las temperaturas oscilan entre 28°- 32°C ya que la ubicación, el clima y el tiempo influyeron en los ensayos.

Con respecto al P.U del concreto en el cual se siguió las especificaciones de la norma NTP 339.046, con los resultados obtenidos se pudo identificar que al adicionar mayor porcentaje de cenizas su peso unitario aumenta para ambos diseños, pero se halló una pequeña variación en el porcentaje del 4% en donde disminuyo un poco para luego con el siguiente porcentaje lo supere drásticamente, mientras que en la investigación de [52] y [42], se identificó que mientras más porcentaje de cenizas de aserrín menor era el peso unitario.

En relación al contenido de aire, cuando se elaboró la comparación de los resultados de cada uno de los porcentajes trabajado en este ensayo se pudo identificar que partir del 4% se empezaba a mostrar un mayor incremento respecto a su diseño patrón. Esta puede ser una fuerza química que ocurre solo cuando el cemento y las cenizas volantes están juntos lo que provoca que se libere más sílice (SiO<sub>2</sub>), sin embargo en la investigación [45], indicó con una sustitución del 15% de cenizas recién empezaba a incrementar el contenido de aire en el concreto fresco, sin embargo en la investigación de [7] los datos fueron similares con los datos que se obtuvieron.

La evaluación de la R.C del concreto patrón y experimental con CMF en un 4%,7%,10% y 13%, se ejecutó mediante la norma NTP 339.034 con el diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280kg/cm<sup>2</sup> evidenciando que el 10% es el porcentaje optimo ya que desde los primeros 7 días su resistencia es superior y estuvo por encima de todos los porcentajes que se trabajaron y del diseño patrón así hasta llegar a los 28 días en donde su resistencia fue la más óptima de 269.08 kg/cm<sup>2</sup> y 362.55 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo en la investigación de [53], el porcentaje óptimo fue 4% de ceniza de tallo de cañihua, teniendo una resistencia de 244.43 kg/cm<sup>2</sup> en un diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup>,

mientras que en la investigación de [29] se tuvo un porcentaje óptimo de 7% de C.V, teniendo como una R.C similar de 250.45 kg/cm<sup>2</sup> con un diseño de mezcla de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

La R.F se pudo identificar de como afectaba la ceniza en el diseño elaborado de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> al cual se le adicionaron porcentajes de ceniza, pero hubo un porcentaje el cual se destacó entre todos el cual es el 10% se identificó que fue superior respecto al resto de los porcentajes aplicados en donde se mantuvo con este promedio hasta sus 28 días de curado teniendo como resultados 6.20 MPa y 7.29MPa, mientras en la investigación de [54], se adicionó porcentajes de 1%,2% y 3% concluyendo que mientras más sustitución de cenizas de tara mayor es la R.F. Sin embargo [8] indicó que el porcentaje óptimo de cenizas de aserrín es el 10% con una resistencia similar.

Se observó el comportamiento de todas las resistencias aplicadas en sus días de curado, en donde se pudo evidenciar de cómo actúa la ceniza con su diferente porcentaje en los diferentes días de curado, pero se evidenció del porcentaje del 10% que desde los primeros 7 días hasta los 28 días se mantuvo por encima de todos los porcentajes y sobre todo del diseño patrón. Del análisis de los resultados se obtuvo una R.T de 1.54MPa con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 1.96MPa con un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo un mayor realce en el porcentaje del 10% ya que se pudo identificar que es ahí en donde se obtuvo el porcentaje más alto, contando con 24.26% de superioridad respecto a otros porcentajes, mientras que en la investigación [30] el porcentaje óptimo de sustitución de C.V fue un 8% teniendo como resultados en R.T de 2.05 MPa con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 2.45 MPa con un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> manteniendo resistencia similares con porcentajes óptimos parecidos, sin embargo en la investigación [9] manifestó que su porcentaje óptimo de cenizas de madera fue un 15% teniendo como resultados en R.T de 2.84 MPa con un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 3.45 MPa con un diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos del ensayo de módulo elástico fueron 251091 kg/cm<sup>2</sup> y 268114 kg/cm<sup>2</sup> con un 10% de reemplazo respectivamente para los diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que en la investigación de [55] su porcentaje óptimo de reemplazo de cenizas de chala de maíz fue un 6%, resultados de 234126 kg/cm<sup>2</sup> y 284634 kg/cm<sup>2</sup>, se mantuvieron por encima del diseño patrón teniendo resultados similares pero con porcentajes diferentes.

## Discusión del objetivo específico 04

El porcentaje óptimo de la adición de la CMF aplicado en los diferentes ensayos realizados varían cada una de ellas en el sentido de que cada ensayo es diferente y es aplicado de diferente manera y de acuerdo al estado del concreto como es en el caso del concreto fresco se realizó el primer ensayo de asentamiento en donde se pudo evidenciar de qué manera afecto la ceniza en sus diferentes porcentajes, dando como respuesta que al utilizar mayor porcentaje de ceniza su fluidez es menor y de acuerdo a la normativa el porcentaje de 4% está dentro de los rangos permitidos ya que da un asentamiento de 4" para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> y mientras que para el diseño dio un resultado de 2.5", cuyos resultados fueron comparados con los porcentajes trabajados mientras que el autor [36] presenta resultado cercanos a los que se viene trabajando por que sus resultados se pudo identificar que su porcentaje óptimo para su primer diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> se con la adición 6%, sin embargo el autor [32] en su investigación da a conocer que su porcentaje óptimo en este ensayo es con el 15% de adición haciendo recalcar que utilizo otro tipo de ceniza y dándole un asentamiento de 6".

Mientras que para el segundo de temperatura al contar con el concreto en su estado fresco se pudo evidenciar que su porcentaje óptimo es con el 13% en donde se evidencio que la mayor temperatura para el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> es de 27.40C° mientras que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> su porcentaje óptimo es de 10% obteniendo una temperatura de 29.80C° dando como mejor resultado en ambos diseños elaborados, pero el autor [26] en su trabajo de investigación se dice que su porcentaje óptimo es con la adición del 6% de ceniza obteniendo temperaturas mayor de 28C° hasta llegar a 29°C.

Por otro lado, en el ensayo de contenido de vacíos se pudo identificar los resultados variaban poco y dando como porcentaje óptimo al 10% de adición de ceniza, pero el autor [14] menciona que obtuvo resultados muchos más favorables al utilizar un porcentaje de 6% para el primer diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> mientras que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> su porcentaje óptimo fue con la adición 12% de ceniza.

De igual manera en el ensayo de pesos unitarios no hubo diferencia entre los porcentajes elaborados, pero se desempeñó mucho mejor este resultado con la adición del 10% de ceniza para ambos diseños elaborados, lo cual el autor [31] no comparte los mismos resultados ya que su porcentaje óptimo para este ensayo es con menor

porcentaje de ceniza, donde su porcentaje óptimo fue con el 2% de adición de su muestra trabajada.

Al desarrollarse los ensayos contando con el concreto endurecido se aplicó el primer ensayo que es a compresión en donde se pudo evidenciar de manera notaria que el porcentaje óptimo es con el 10% dando como mejoría a sus 28 días de curado un 23.08% de aumento por encima de su diseño patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup> mientras tanto que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> aumento en 21.40%, dejando como evidencia que con ese porcentaje de adición es su porcentaje óptimo pero el autor [36] en su trabajo de investigación llego a obtener su porcentaje óptimo con la adición del 15% para ambos diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> dando mejorías del 17% y 23% respectivamente, por otro lado el autor [24] con la adición del 6% de ceniza tan solo pudo obtener mejorías del 12% y 15% para ambos diseños.

Luego al realizar el ensayo a tracción se pudo identificar que su porcentaje óptimo fue al utilizar el 10% de ceniza dando como resultados positivos en su primer diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> da un aumento de 23.44% en relación a su diseño patrón en cambio para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo una mejoría de 24.26% es por eso que el autor [4] en su investigación da como resultado que al utilizar 15% de adición de ceniza da como resultado factibles en mejorías del 24.2% para el primer diseño y un 28% para el segundo diseño correspondiente, por otro lado el autor [22] menciona que al incorporar un porcentaje del 8% de ceniza solo para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> pudo obtener una mejoría del 12% por encima de su diseño patrón.

En el ensayo a flexión se pudo identificar que al utilizar el 10% de ceniza de nuestra muestra se dio como resultados favorables para ambos diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> obteniendo así porcentajes favorables de un 29.61% y 19.62% respectivamente por encima de su diseño patrón, en cambio el autor [3] nos dice que al incorporar una adición del 15% de ceniza para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> pudo obtener un resultado en porcentaje del 17% y en cuanto para su diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> llego a obtener una mejora del 26%, pero estos resultados varían con la del autor [44] debido a que utilizo un 6% de ceniza dándole como resultados poco favorables en este ensayo ya que el aumento de 8.54% para un diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> mientras que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> solo aumento en un 13% por encima de su diseño patrón.

Por último se realizó el ensayo de módulo de elasticidad en donde se pudo evidenciar que con el porcentaje que arrojó resultados más favorables es con la adición

del 10% dando un porcentaje del 24% por encima del diseño patrón para el diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup> mientras que para el diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo como resultado máximo de un 27% de superioridad es por eso que queda como porcentaje óptimo mientras que para el autor [19] menciona que con la adición del 6% de ceniza sus resultados aumentan en 18% y 29% respectivamente para cada diseño elaborado.

## IV. CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

- Se determinó luego de las 3 canteras visitadas y el estudio que se realizó mediante ensayos a los agregados, que la mejor cantera para extraer agregado fino es la Cantera Pátapo - "La Victoria", ya que su módulo de fineza fue de 2.42, dándole una clasificación como un agregado bien graduado y para el agregado grueso la mejor cantera según los ensayos realizados es la de Pucalá - "Pacherres" teniendo un tamaño máximo nominal de 3/4", cumpliendo con los parámetros establecidos en las norma NTP.40012/ASTM C-136.
- Se determinó que las cenizas de madera faique, obtienen una mayor actividad puzolánica con una temperatura en el horno de 850°C, las cenizas estuvieron compuesta por Óxido de silicio en 63%, Óxido de aluminio en un 2%, Óxido de hierro en un 14%, Óxido de calcio en un 3% y Óxido de magnesio en un 18%, ayudando en el rendimiento mecánico del concreto convencional.
- Se evaluó mediante los ensayos físico – mecánicos del concreto para el diseños  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  la sustitución de CMF óptima fue de un 10% teniendo por incremento máximo de resistencia a la compresión un 23.08% y 21.04% en referencia del concreto patrón, en resistencia a la tracción fue 23.44% y 24.6%, en resistencia a la flexión fue de 29.61% y 19.62% y en el módulo de elasticidad 24% y 27%, mientras que en las propiedades físicas se pudo identificar que mientras mayor sea el porcentaje de cenizas su asentamiento será menor en relación a su diseño patrón, la temperatura , contenido de vacíos y peso unitario no presentaron mucha variación.
- Se determinó que la sustitución óptima de CMF en reemplazo del cemento es un 10% cuando se requiera mejorar la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad, la cual ayudara como antecedentes para las futuras investigaciones que se realicen con cenizas de madera.

## 4.2 Recomendaciones

- Realizar un buen estudio de canteras, para verificar la calidad de los agregados a utilizar y así poder obtener un buen diseño de mezcla. Este estudio pasa por diferentes ensayos físicos con el objetivo de alcanzar las características requeridas es por tal razón que se debe realizar una visita entre canteras para así hallar nuestra óptima.
- Se recomienda trabajar con cenizas de madera faique hasta un cierto porcentaje de sustitución, ya que sus propiedades químicas ayudan a sus características físicas – mecánicas del concreto como su durabilidad, resistencia al ataque de sulfatos. También ayuda en el rendimiento mecánico del concreto como resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad.
- Se recomienda utilizar las cenizas de madera faique en el sector construcción, ya que se obtuvo resultados favorables en las propiedades física- mecánicas del concreto, teniendo una mejora en todos los ensayos que se realizaron además de aportar beneficios de carácter social, económico y ambiental.
- Realizar investigaciones con diferentes tipos de cenizas de madera, ya que la mayoría de cenizas aumenta favorablemente la resistencia a la compresión del concreto, con esto ayudará a bajar el costo de elaboración del hormigón para ayudar a la población que no cumple con los medios necesarios.

## V. REFERENCIAS

- [1] I. Gabrijel, M. J. Rukavina and N. Štirmer, "Influence of wood fly ash on concrete properties through filling effect mechanism," *Materials*, vol. 14, no. 23, p. 7164, 2021.
- [2] K. Arunkumar, M. Muthukannan, A. S. Kumar, A. C. Ganesh and R. K. Devi, "Production of Eco-Friendly Geopolymer Concrete by using Waste Wood Ash for a Sustainable Environment," *Pollution*, vol. 7, no. 4, pp. 993 - 1006, 2021.
- [3] L. R. Caldas, M. Y. R. Da Gloria, F. Pittau, V. M. Andreola, G. Habert and R. D. Toledo Filho, "Environmental impact assessment of wood bio-concretes: Evaluation of the influence of different supplementary cementitious materials," *Construction and Building Materials*, vol. 268, no. 13, p. 121146, 2021.
- [4] H. M. Owaid, M. M. Al-Rubaye and H. M. Al-Baghdadi, "Use of waste paper ash or wood ash as substitution to fly ash in production of geopolymer concrete," *Scientific Review Engineering and Environmental Sciences*, vol. 30, no. 3, pp. 464 - 476, 2021.
- [5] O. Mohamed, W. A. Hawat and O. Najm, "Compressive Strength, Splitting Tensile Strength, and Chloride Penetration Resistance of Concrete with Supplementary Cementitious Materials," *Materials Science and Engineering*, vol. 960, no. 4, p. 11, 2020.
- [6] N. Ristić, Z. Grdić, G. Topličić-čurčić, D. Grdić and V. Dodevski, "Properties of Self-compacting Concrete Produced with Biomass Wood Ash," *Original scientific paper*, vol. 28, no. 2, pp. 495-502, 2021.
- [7] P. Kazimbo, C. Kabubo, S. Aboudha and D. Sinkhonde, "Flexural and Shear Behaviour of Reinforced Concrete Beams Modified with Polyethylene Terephthalate Fibre and Blue Gum Eucalyptus Wood Ash," *International Journal of Pavement Research and Technology*, vol. 70, no. 10, pp. 195 - 209, 2022.
- [8] R. Mendez Gutierrez, "Comportamiento de la resistencia de concreto  $f'_c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo cemento por ceniza de aserrín de eucalipto, Ayacucho 2022," Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, 2022.
- [9] Y. R. Timoteo Caro, «Influencia de sustitución del cemento por ceniza de madera sobre la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Huaraz, 2021.

- [10] N. B. Flores Sanchez, "Resistencia del concreto  $F'C=210\text{kg/cm}^2$  al sustituir porcentajes de cemento por la combinación de ceniza de molle y eucalipto," Repositorio de la Universidad César Vallejo, Huaraz, 2022.
- [11] E. Ccana Tairo, «Influencia de la ceniza de madera del capulí sobre las propiedades físico mecánicas para un diseño de concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, 2021.
- [12] E. F. Pumaricra Milla, «Resistencia del concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  al sustituir porcentajes de cemento por ceniza de tara (*Caesalpinia Spinosa*).,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Huaraz, 2022.
- [13] M. Y. Cruzado Castillo y R. Olivera Payano, «Evaluación de las cenizas de hoja y de madera del eucalipto en el concreto  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ , Pataz-La Libertad,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, 2022.
- [14] J. K. Matias Aliaga y R. Rixe Soto, «Comparación de sustitución de cenizas de Ichu y ceniza de carbón en las propiedades del concreto  $F'C 210\text{ KG/CM}^2$  para edificaciones,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, 2022.
- [15] L. Sembrera Murga, «Evaluación de propiedades físicas y mecánicas del concreto con sustitución de cenizas de bagazo de caña,» Repositorio de la Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, 2022.
- [16] C. R. Ydrogo Perez, «Elaboración de concreto incorporando puzolana de mazorca de maíz y aserrín calcinado como sustituto parcial del cemento,» Repositorio de la Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, 2023.
- [17] V. Charitha, V. Athira, V. jittin, A. Bahurudeena and P. Nanthagopalan, "Use of different agro-waste ashes in concrete for effective upcycling of locally available resources," *Construction and Building Materials*, vol. 285, p. 122851, 2021.
- [18] V. Kannan and P. Raja Priya, "Evaluation of the permeability of high strength concrete using metakaolin and wood ash as partial replacement for cement," *SN Applied Sciences*, vol. 3, no. 1, p. 90, 2021.
- [19] M. Shaker, M. Bhalala, Q. Kargar and B. Chang, "Evaluation of alternative home-produced concrete strength with economic analysis.," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 17, p. 6746, 2020.
- [20] K. Tamanna, S. Raman, M. Jamil and R. Hamid, "Utilization of wood waste ash in construction technology: A review," *Construction and Building Materials*, vol. 237, p. 117654, 2020.
- [21] C. Rahul Rollakanti, C. Venkata Siva Rama Prasad, K. Poloju, N. Juma Al Muharbi and Y. Venkat Arun, "An experimental investigation on mechanical properties of

- concrete by partial replacement of cement with wood ash and fine sea shell powder.," *Materials Today: Proceedings*, vol. 43, no. 2, pp. 1325-1330, 2020.
- [22] K. V. and R. P. P., "Evaluation of the permeability of high strength concrete using metakaolin and wood ash as partial replacement for cement," *SN Applied Sciences*, vol. 3, no. 1, p. 90, 2021.
- [23] J. Fořt, J. Šál, J. Žák and R. Černý, "Assessment of wood-based fly ash as alternative cement replacement," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 22, pp. 1 - 16, 2020.
- [24] A. V. Thomas, R. K.P., A. Nair, P. R., T. K. Isac and V. Anilkumar, "Strength of concrete with wood ash and waste glass as partial replacement materials," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 491, no. 1, p. 012040, 2020.
- [25] L. J. Mogollon Otero and S. Olivera Wong, "Estudio de la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto usando ceniza de viruta de madera tornillo," Repositorio de la Universidad de Piura, Piura, 2023.
- [26] H. J. Chuquihuaccha Montoro and A. Y. Malca Vasquez, "Resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210$  Kg/Cm<sup>2</sup>, con adición de ceniza de madera de pino," Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, Huaraz, 2022.
- [27] S. Huaquisto Caceres and G. Belizario Quispe, "Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento," *Revista de Investigaciones Altoandinas*, vol. 20, no. 2, pp. 225-234, 2018.
- [28] M. G. Farfán Cordova and H. H. Pastor Simón, "Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la resistencia a la compresión del concreto," *Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*, vol. 7, no. 3, pp. 25-31, 2018.
- [29] C. Tagle Delgado and V. Chacón Sánchez, "Análisis comparativo de las propiedades físico – mecánicas de un mortero patrón; y un mortero sustituyendo el peso del cemento con ceniza volante en porcentajes de 5%, 10 % y 15%, elaborado con agregados de Cunyac y Pisac – Cusco 2017," Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo, Cuzco, 2018.
- [30] Y. Bernaola Fuentes y H. Guardapuella Espinoza, «Influencia de la ceniza del tronco del eucalipto en las propiedades físico mecánicas del concreto de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> Anta,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Cusco, 2021.
- [31] E. A. Maguiña Veramendi, «Análisis de la resistencia a la compresión del concreto de  $F'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> , sustituyendo porcentualmente el cemento por ceniza de cascara de papa,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Huaraz, 2022.

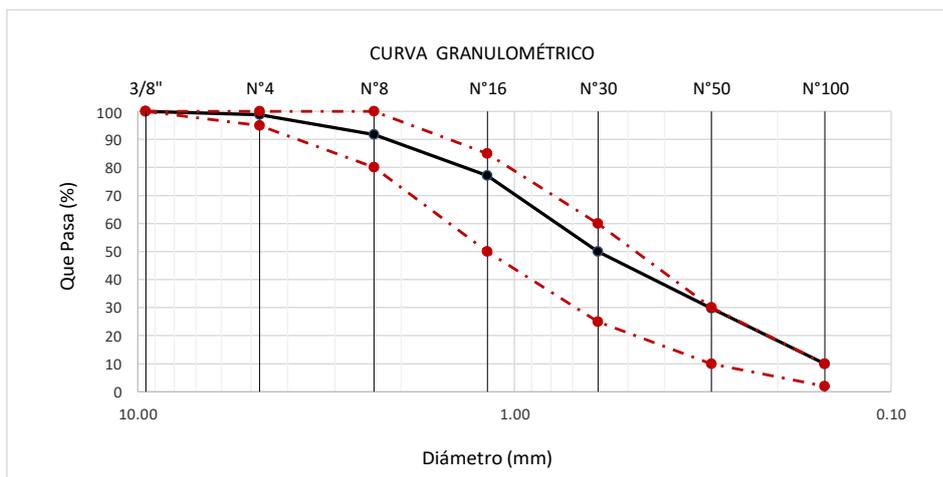
- [32] C. E. Chero Sanchez, «Evaluación del concreto para elementos no estructurales empleando ceniza de bagazo de caña como material cementicio suplementario en el distrito de Pucalá, Chiclayo, Lambayeque,» Repositorio de la Universidad Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2023.
- [33] A. Carrillo Torres, «CURSO BASICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO»,» Lima, 2004.
- [34] D. A. Ferreira Cuellar y T. L. K. Milena, «CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE AGREGADOS PETREOS PARA CONCRETOS CASO: VISTA HERMOSA (MOSQUERA) Y MINA CEMEX (APULO),» Repositorio de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2018.
- [35] M. E. Sánchez Vergara y I. E. Campos Silva, Tecnología de Materiales, México: Editorial Trillas, 2010.
- [36] M. S. H. M. Sani, F. Muftah, M. F. Muda y L. Si Ho, «COMPARATIVE STUDY ON COMPRESSIVE | STRENGTH OF FIBRE-REINFORCED CONCRETE MADE WITH INDUSTRIAL HYBRID FIBRE AND NATURAL WASTE FIBRE,» *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 17, nº 6, pp. 3815 - 3833, 2022.
- [37] F. Abanto Castillo, Tecnología del Concreto, 2da ed., Lima: San Marcos E.I.R.L - Editor, 2009, p. 244.
- [38] J. Orteaga García, Diseño de Estructuras de concreto armado, Marcombo, 2015.
- [39] J. C. McCormac, Diseño de Concreto Reforzado, Alfaomega, 2011.
- [40] F. A. Orrala Yagual y F. G. Gómez Suárez, «Estudio de la resistencia a la compresión del hormigón con adición de puzolana obtenida de la calcinación de residuos del cultivo de maíz producido en la provincia de Santa Elena,» La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2015., Ecuador, 2015.
- [41] E. A. Franz Matheus, «Resistencia de concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  con adición de ceniza,» Repositorio de la universidad San Pedro, Huaráz, 2018.
- [42] C. L. Ulloa Baez y F. P. R. Velasquez Santisteban, «Influencia de la ceniza de madera y cemento tipo I en la estabilización de suelos con fines de cimentación,» Repositorio Institucional UPN, Trujillo, 2022.
- [43] J. F. Reyes Pacheco y E. Y. Ventura Obregon, «Resistencia del concreto  $F_c$  210kg/ con ceniza de carbón vegetal,» Repositorio: USANPEDRO-Institucional, Chimbote, 2017.
- [44] J. H. Pintado Gonzaga y J. C. Siesquen Delgado, «Caracterización física – mecánica de concreto adicionando aserrín de madera y ceniza de cascarilla de

- arroz en la ciudad de san Ignacio,» Repositorio: UCV-Institucional, Cajamarca, 2021.
- [45] K. K. Vargas Delgado, «Adición de ceniza de Quinual para mejorar la resistencia del concreto – Yanacancha, Cerro de Pasco – 2021,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, 2021.
- [46] W. Gómez Gonzales, E. Gonzales Santos y R. Rosales Rojas, Metodología de la Investigación, Lima: Repositorio: UMA-Institucional, 2015.
- [47] J. Rodríguez Sosa y K. Burneo Farfán, Metodología de la investigación, Lima: Repositorio: USIL-Institucional, 2017.
- [48] H. Sánchez Carlessi, «Elementos técnicos metodológicos y básicos de la investigación,» *Revista UNMSM - Investigación Educativa*, vol. 7, nº 11, p. 18, 2014.
- [49] P. L. Silva Reyes, «Resistencia de mortero  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo al cemento en 15% por ceniza de material no maderable de Schimus Molle L.,» Repositorio: USANPEDRO-Institucional, Cajamarca, 2018.
- [50] M. Huamanñahui Ubalde y R. I. Ticona Mamani, «Evaluación de la resistencia mecánica del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> para cimentaciones, adicionando ceniza de hoja de mora,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Arequipa, 2022.
- [51] A. S. Garcia Quilca y L. E. Quito Cabello, «Influencia de la ceniza de carbón vegetal en las propiedades del Concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> en el barrio centenario, Huaraz, Ancash – 2021,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Huaraz, 2021.
- [52] J. H. Tuesta Ramírez y S. Vásquez Silva, «Diseño de mezcla de concreto simple adicionando ceniza de aserrín para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2021,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Tarapoto, 2021.
- [53] W. Mamani Cutipa y C. J. Quispe Yarici, «Influencia de la ceniza de Ttallo de cañihua en las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> Crucero-Puno-2022,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Trujillo, 2022.
- [54] A. P. Rabanal Lazo, «Adición de la ceniza de tara para mejorar las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido, Lima- Canta 2021,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Lima, 2021.
- [55] E. F. Amat Ttito, «Propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando cenizas de chala de maíz y cal para pavimentos rígidos, Cusco 2022,» Repositorio de la Universidad César Vallejo, Cusco, 2022.
- [56] F. N. Kerlinger, Investigación del Comportamiento, Mexico: MCGRAW HILL, 2002.



Solicitante :CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto :Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
 Ubicación :Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura :lunes, 14 de Noviembre de 2022  
 ENSAYO :AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA :N.T.P. 400.012  
 Muestra : Arena Gruesa Cantera : Pátapo - "La Victoria"

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	1.3	1.3	98.7	95 - 100
Nº 8	2.360	6.9	8.2	91.8	80 - 100
Nº 16	1.180	14.6	22.8	77.2	50 - 85
Nº 30	0.600	27.1	50.0	50.0	25 - 60
Nº 50	0.300	16.4	70.2	29.8	10 - 30
Nº 100	0.150	18.8	90.0	10.0	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.42</b>



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



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




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

Solicitante :CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto :Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".

Ubicación :Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura :miércoles, 16 de Noviembre de 2022

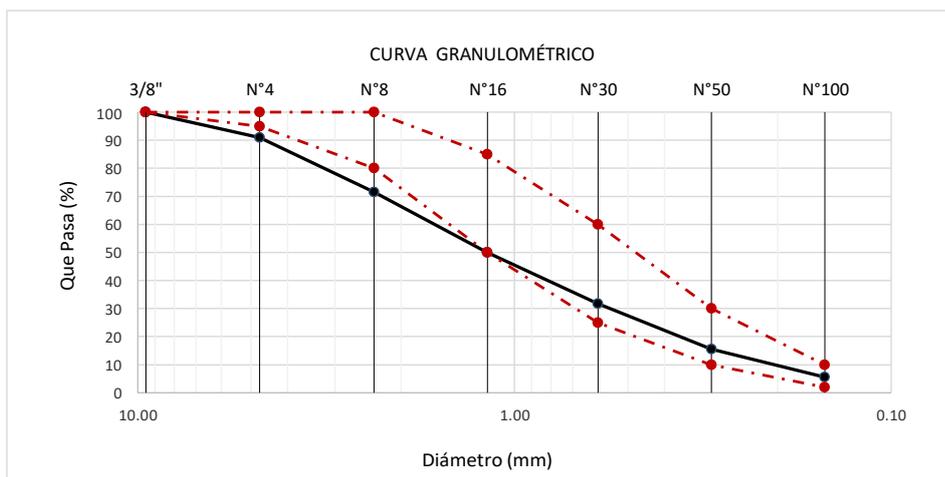
ENSAYO :AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA :N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pacherres.

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	9.1	9.1	90.9	95 - 100
Nº 8	2.360	19.5	28.5	71.5	80 - 100
Nº 16	1.180	21.5	50.0	50.0	50 - 85
Nº 30	0.600	18.2	68.2	31.8	25 - 60
Nº 50	0.300	16.2	84.5	15.5	10 - 30
Nº 100	0.150	9.9	94.4	5.6	2 - 10
<b>MODULO DE FINEZA</b>					<b>3.35</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



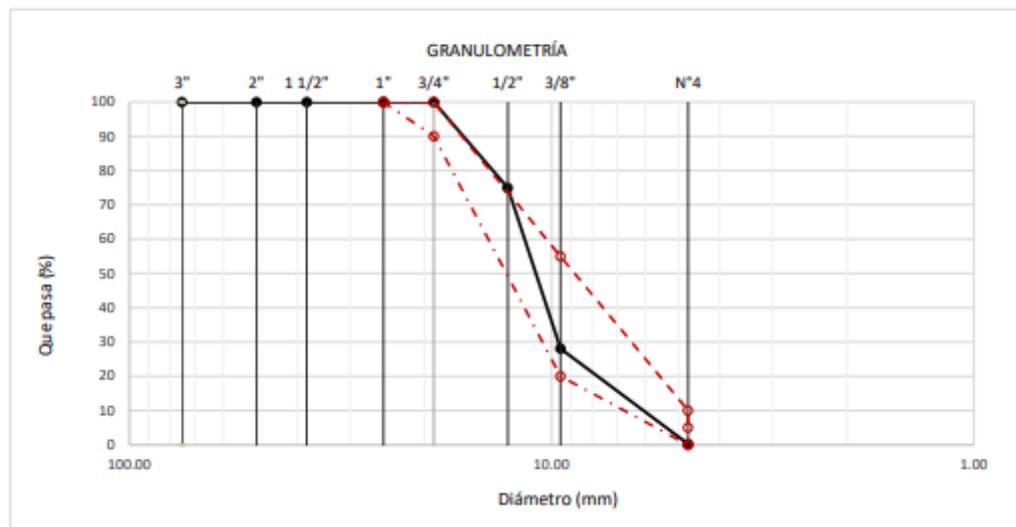
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas - Bomboncito

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	67
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	40 - 85
1/2"	12.70	25.0	25.0	75.0	10 - 40
3/8"	9.52	46.9	71.9	28.1	0 - 15
N°4	4.75	27.8	99.7	0.3	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

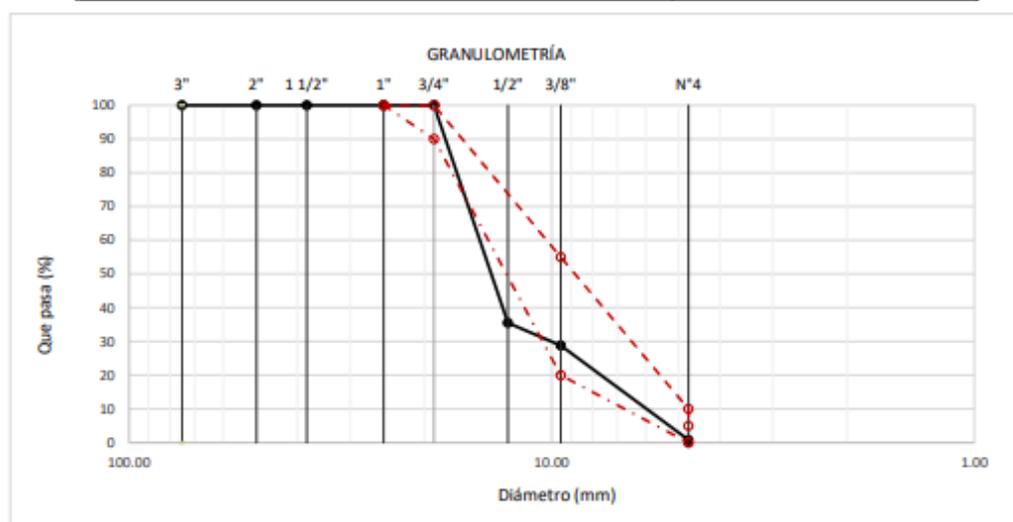
  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS

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

Solicitante : CESPEDS MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : lunes, 14 de Noviembre de 2022  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada      Cantera : Pátapo - "La Victoria"

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 67
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	40 - 85
1/2"	12.70	64.5	64.5	35.5	10 - 40
3/8"	9.52	6.7	71.2	28.8	0 - 15
N°4	4.75	28.0	99.2	0.8	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

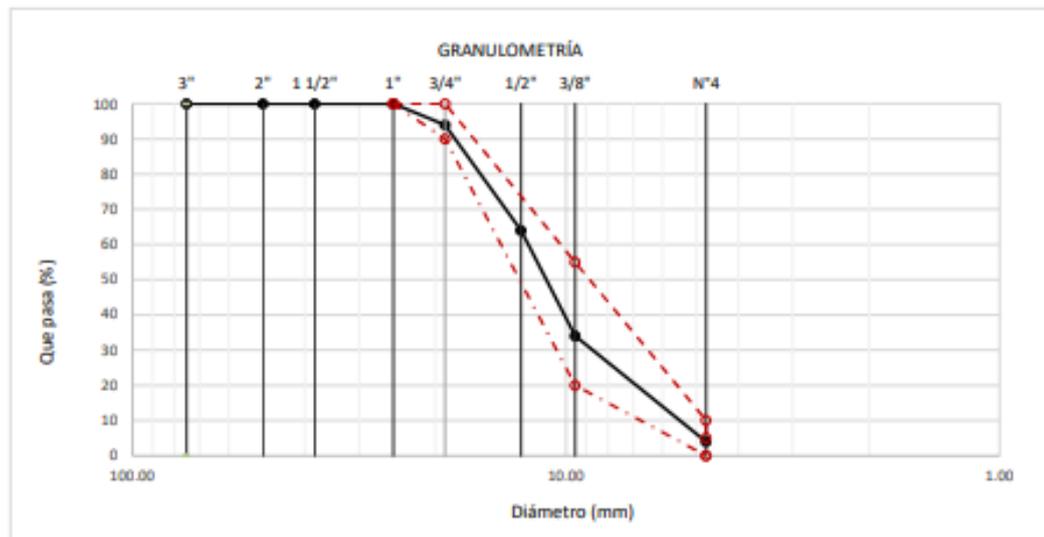
Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Pacherras

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
					<b>67</b>
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	6.0	6.0	94.0	40 - 85
1/2"	12.70	30.0	36.0	64.0	10 - 40
3/8"	9.52	30.0	66.0	34.0	0 - 15
N°4	4.75	30.0	96.0	4.0	0 - 5

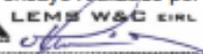
  

<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>	<b>3/4"</b>
------------------------------	-------------



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON GLAYA AGUILAR  
 TEC. ENGENYOS DE MATERIALES Y SUELOS



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

## Anexo 2 Informes de Ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de Humedad del Agregado Fino y Grueso.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Tres Tomas - Bomboncito.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1560.36
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1520.13
Contenido de Humedad	(%)	1.77
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1780.81
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1746.93
Contenido de Humedad	(%)	1.77

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**Solicitante** : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
**Proyecto** : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de recepción** : lunes, 14 de Noviembre de 2022  
**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pátapo - "La Victoria".

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1385.70
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1370.43
Contenido de Humedad	(%)	0.85

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1550.05
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1537.61
Contenido de Humedad	(%)	0.85

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



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




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

**Solicitante** : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
**Proyecto** : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de recepción** : miércoles, 16 de Noviembre de 2022  
  
**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pachерres.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1534.16
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1519.88
Contenido de Humedad	(%)	0.94
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1782.95
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1766.36
Contenido de Humedad	(%)	0.94

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



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




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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

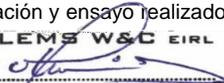
Muestra : Piedra chancada                      Cantera: Tres Tomas - Bomboncito.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1360.36
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1320.13
Contenido de Humedad	(%)	1.77

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1540.81
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1346.93
Contenido de Humedad	(%)	1.77

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022  
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra chancada                      Cantera : Pátapo - "La Victoria"

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1314.66
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1308.93
Contenido de Humedad	(%)	0.45

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1511.45
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1509.44
Contenido de Humedad	(%)	0.45

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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



## Anexo 3 Informes de Ensayo de Laboratorio, Peso Específico y Absorción del Agregado Fino y Grueso.



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

### INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Tres Tomas - Bomboncito

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.445
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.321

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



INFORME

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : lunes, 14 de Noviembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Canreta : Pátapo - "La Victoria".

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.38
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	2.51

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

INFORME

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : miércoles, 16 de Noviembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Guesa

Canreta : Pachерres.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.475
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.729

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : sábado, 12 de Noviembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Tres Tomas - Bomboncito

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.150
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.620

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : lunes, 14 de Noviembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada                      Cantera : Pátapo - "La Victoria"

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.210
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.510

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

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

INFORME

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
Proyecto : Tesis "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de recepción : miércoles, 16 de Noviembre de 2022

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pacherras.

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.826
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.231

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

## Anexo 4 Informe Químico



**Dirección de Investigación y  
Desarrollo**  
Sub Dirección de Investigación Científica  
Laboratorio de Espectroscopía de Rayos X

Teléfono: 48855050/48855090 Anexo 220

Dirección: Av. Canadá 1470 San Borja  
e-mail: polivera@ipen.gob.pe y/o  
ccaceres@ipen.gob.pe

"Año del fortalecimiento de la Soberanía Nacional"  
"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"

### Reporte de Análisis N°010-2022-INDE-INCI/LERX

#### DATOS DE LAS MUESTRA:

**Tipo de Muestras** : Cenizas de Madera Faique  
**N° de Muestras** : 1 (uno)  
**Código de las muestras**  
**Procedencia** : Universidad Señor de Sipán (Chiclayo)  
**Solicitado por:** : Juan Isai Cespedes Mejia  
**Referencia** : Cotización N°006-2022-INDE/INCI/LERX  
**Fecha de Ingreso** : 18/10/2022  
**Analista** : Cynthia Cáceres

#### CONDICIONES DE ANÁLISIS:

**Técnica Aplicada** : Difracción de Rayos X  
**Fuente de Excitación** : Tubo de Rayos X (Cu)  
:PDF-5 Database Copyright International Centre for Diffraction Data  
(ICDD)  
**Método de Cálculo**  
**Fecha de emisión** : 22/10/2022  
**Analista** : Cynthia Cáceres

#### PREPARACIÓN E IRRADIACIÓN DE LAS MUESTRAS

El polvo fue montado en el portamuestra de teflón manualmente y a presión  
La irradiación y medición se realizó en un difractómetro marca RINGAKU modelo MINIFLEX II

#### DATA DE MUESTRA:

**Nombre del archivo** : 2632.raw  
**Ruta de archivo** : c:/windmax/data/2022/  
**Datos recolectados** : 19/10/2022 03:00  
**Rango de datos** : 10.140° to 70.140°  
**Número de puntos** : 3001  
**Step size** : 0.02  
**Datos suavizados** : Yes  
**corrección 2theta** : 0.14°  
**Radiación** : Cu-Ka1  
**Longitud de onda** : 1.540562 A

#### IDENTIFICACIÓN DE FASES

El análisis de las fases presentes en la muestra se realizó mediante comparación del difractograma observado con los perfiles de difracción reportados en la base de datos PDF-2 del International Centre for Diffraction Data (ICDD).

#### RESULTADOS

## Anexo 5 Diseño de Mezcla del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: servicios@lemswyceirl.com

### INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : sábado, 26 de Noviembre de 2022

#### DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUNA.  
2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

##### Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.462	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.484	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.54	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.76	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.92	%
6.- Contenido de humedad	0.7	%
7.- Módulo de fineza	3.23	

##### Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.699	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1.44	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.60	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.27	%
6.- Contenido de humedad	0.8	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

#### Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	10.1	89.9
Nº 08	13.6	76.4
Nº 16	17.3	59.0
Nº 30	28.0	31.0
Nº 50	15.1	15.9
Nº 100	11.6	4.3
Fondo	4.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.2	81.8
1/2"	54.3	27.5
3/8"	19.6	7.9
Nº 04	7.7	0.2
Fondo	0.2	0.0

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Fecha de vaciado : Sábado, 25 de setiembre del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL  $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2351	Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia promedio a los 7 días	:	242	Kg/cm <sup>2</sup>
Porcentaje promedio a los 7 días	:	115	%
Factor cemento por M <sup>3</sup> de concreto	:	9.3	bolsas/m <sup>3</sup>
Relación agua cemento de diseño	:	0.653	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	397	362	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I - QUNA.
Agua	259	253	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	821	888	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	875	859	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.07	2.21	27.8	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :	1.0	2.02	2.30	27.8	Lts/pie <sup>3</sup>
-------------------------	-----	------	------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 6 Diseño de Mezcla del Concreto f'c 280 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974  
Email: servicios@lemswceirl.com

### INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : lunes, 28 de Noviembre de 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - QUNA.  
2.- Peso específico : 3120 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.462	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.484	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.54	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.76	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.92	%
6.- Contenido de humedad	0.7	%
7.- Módulo de fineza	3.23	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.699	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.707	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1.44	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1.60	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.27	%
6.- Contenido de humedad	0.8	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
Nº 04	10.1	89.9
Nº 08	13.6	76.4
Nº 16	17.3	59.0
Nº 30	28.0	31.0
Nº 50	15.1	15.9
Nº 100	11.6	4.3
Fondo	4.3	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	18.2	81.8
1/2"	54.3	27.5
3/8"	19.6	7.9
Nº 04	7.7	0.2
Fondo	0.2	0.0

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Fecha de vaciado : lunes, 28 de Noviembre de 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	4	Pulgadas
Peso unitario del concreto fresco	:	2343	$\text{Kg/m}^3$
Resistencia promedio a los 7 días	:	242	$\text{Kg/cm}^2$
Porcentaje promedio a los 7 días	:	87	%
Factor cemento por $\text{M}^3$ de concreto	:	11.2	bolsas/ $\text{m}^3$
Relación agua cemento de diseño	:	0.553	

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	477	362	$\text{Kg/m}^3$	:	Tipo I - QUNA.
Agua	263	253	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	734	888	$\text{Kg/m}^3$	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	868	859	$\text{Kg/m}^3$	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.54	1.82	23.5	Lts/ $\text{pie}^3$

Proporción en volumen :

	1.0	1.50	1.90	23.5	Lts/ $\text{pie}^3$
--	-----	------	------	------	---------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 7 Informe de Ensayo de Laboratorio, Asentamiento y Temperatura del Concreto en Estado Fresco.



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974

Email: servicios@lemswycseirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 26/11/2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	Concreto Patron	210	26/11/2022	3 1/2	8.89
DM-02	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	2 1/2	6.35
DM-03	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	2	5.08
DM-04	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	1	2.54
DM-05	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	1/2	1.27

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

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

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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 28/11/22

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	Concreto Patrón	280	28/11/2022	5 1/4	13.34
DM-02	D-1 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	4	10.16
DM-03	D-1 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	3 1/5	8.13
DM-04	D-1 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	3	7.62
DM-05	D-1 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	2 1/2	6.35

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 26/11/2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.

Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Concreto Patrón	210	26/11/2022	25.8
DM-02	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	26.3
DM-03	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	26.7
DM-04	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	27.1
DM-05	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	27.4

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 28/11/2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.

Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Concreto Patrón	280	28/11/2022	28.5
DM-02	D-1 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	28.3
DM-03	D-1 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	29.2
DM-04	D-1 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	29.8
DM-05	D-1 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	28.3

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



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

**Anexo 8 Informe de Ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de Vacíos del Concreto en Estado Fresco.**

**Solicitante** : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

**Proyecto / Obra** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha de Ensayo** : 26/11/2022

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	Concreto Patron	210	26/11/2022	2412
02	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	2368
03	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	2389
04	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	2481
05	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	2508

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Solicitante** : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

**Proyecto / Obra** : Tesis: "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

**Fecha de Ensayo** : 28/11/2022

**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición

**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	Concreto Patron	280	28/11/2022	2679
02	D-1 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	2496
03	D-1 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	2821
04	D-1 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	2782
05	D-1 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	2848

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO,  
: REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE  
MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 26/11/2022

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido  
de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	Concreto Patrón	210	26/11/2022	20.11
DM-02	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	22.46
DM-03	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	26.30
DM-04	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24.85
DM-05	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	23.74

OBSERVACIONES:  
- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO,  
: REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE  
MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de apertura : 28/11/2022

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido  
de aire en mezclas frescas.

Referencia : NTP 339.080

Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	Concreto Patrón	280	28/11/2022	24.12
DM-02	D-1 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	24.46
DM-03	D-1 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	25.73
DM-04	D-1 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	24.68
DM-05	D-1 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	24.51

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 9 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Compresión Axial del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	03/12/2022	7	25074	15.31	184	136
02	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	03/12/2022	7	23942	15.25	183	131
03	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	03/12/2022	7	23689	15.16	180	131
04	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	10/12/2022	14	36333	15.18	181	201
05	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	10/12/2022	14	35611	15.20	181	196
06	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	10/12/2022	14	35864	15.17	181	198
07	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	24/12/2022	28	39905	15.19	181	220
08	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	24/12/2022	28	39246	15.14	180	218
09	D-PATRÓN / 210	210	26/11/2022	24/12/2022	28	39105	15.13	180	218

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	28007	15.31	184	152
02	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	26927	15.25	183	147
03	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	26176	15.16	180	145
04	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	40177	15.18	181	222
05	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	39788	15.20	181	219
06	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	40044	15.17	181	222
07	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	43023	15.19	181	237
08	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	42809	15.14	180	238
09	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	43199	15.13	180	240

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	30033	15.31	184	163
02	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	28875	15.25	183	158
03	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	28069	15.16	180	156
04	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	43083	15.18	181	238
05	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	42665	15.20	181	235
06	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	42940	15.17	181	238
07	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	46135	15.19	181	255
08	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	45906	15.14	180	255
09	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	46323	15.13	180	258

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	31592	15.31	184	172
02	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	30374	15.25	183	166
03	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	29526	15.16	180	164
04	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	45321	15.18	181	251
05	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	44881	15.20	181	247
06	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	45169	15.17	181	250
07	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48531	15.19	181	268
08	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48289	15.14	180	268
09	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48728	15.13	180	271

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	26876	15.31	184	146
02	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	25839	15.25	183	141
03	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	25118	15.16	180	139
04	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	38554	15.18	181	213
05	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	38181	15.20	181	210
06	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	38425	15.17	181	213
07	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	41286	15.19	181	228
08	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	41080	15.14	180	228
09	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	41454	15.13	180	231

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 10 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Compresión Axial del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	$f'c$ (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	05/12/2022	7	34254	15.31	184	186
02	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	05/12/2022	7	32705	15.25	183	179
03	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	05/12/2022	7	32359	15.16	180	179
04	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	12/12/2022	14	49633	15.18	181	274
05	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	12/12/2022	14	48646	15.20	181	268
06	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	12/12/2022	14	48991	15.17	181	271
07	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	26/12/2022	28	54512	15.19	181	301
08	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	26/12/2022	28	53613	15.14	180	298
09	D-Patrón / 280	280	28/11/2022	26/12/2022	28	53421	15.13	180	297

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	38449	15.31	184	209
02	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	37571	15.25	183	206
03	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	36542	15.16	180	202
04	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	53035	15.18	181	293
05	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	55087	15.20	181	304
06	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	54783	15.17	181	303
07	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	58213	15.19	181	321
08	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	57865	15.14	180	321
09	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	58408	15.13	180	325

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	41686	15.31	184	227
02	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	40734	15.25	183	223
03	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	39618	15.16	180	220
04	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	57499	15.18	181	318
05	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	59725	15.20	181	329
06	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	59395	15.17	181	329
07	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	63113	15.19	181	348
08	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	62736	15.14	180	348
09	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	63325	15.13	180	352

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	43214	15.31	184	<b>235</b>
02	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	42227	15.25	183	<b>231</b>
03	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	41069	15.16	180	<b>228</b>
04	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	59607	15.18	181	<b>330</b>
05	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	61914	15.20	181	<b>341</b>
06	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	61572	15.17	181	<b>341</b>
07	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	65426	15.19	181	<b>361</b>
08	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	65035	15.14	180	<b>361</b>
09	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	65646	15.13	180	<b>365</b>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO C.P (DM-02) :

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	39803	15.31	184	216
02	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	38894	15.25	183	213
03	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	37829	15.16	180	210
04	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	54903	15.18	181	304
05	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	57028	15.20	181	314
06	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	56713	15.17	181	314
07	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	60263	15.19	181	333
08	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	59902	15.14	180	333
09	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	60465	15.13	180	337

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 11 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Flexión del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M. (Mpa)
01	D-Patrón / 210	26/11/2022	03/12/2022	7	17256	529	154	151	0	2.59
02	D-Patrón / 210	26/11/2022	03/12/2022	7	17416	530	153	152	0	2.62
03	D-Patrón / 210	26/11/2022	03/12/2022	7	17323	503	152	152	0	2.48
04	D-Patrón / 210	26/11/2022	10/12/2022	14	26018	531	154	151	0	3.92
05	D-Patrón / 210	26/11/2022	10/12/2022	14	25951	531	153	152	0	3.92
06	D-Patrón / 210	26/11/2022	10/12/2022	14	25938	532	151	152	0	3.96
07	D-Patrón / 210	26/11/2022	24/12/2022	28	31904	529	153	151	0	4.84
08	D-Patrón / 210	26/11/2022	24/12/2022	28	31955	531	152	152	0	4.83
09	D-Patrón / 210	26/11/2022	24/12/2022	28	32310	503	152	151	0	4.67

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

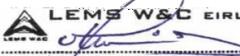
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	19730	529	154	151	0	2.96
02	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	19910	530	153	152	0	3.00
03	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	19810	503	152	152	0	2.84
04	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	29750	531	154	151	0	4.48
05	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	29670	531	153	152	0	4.48
06	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	29660	532	151	152	0	4.53
07	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	36480	529	153	151	0	5.53
08	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	36540	531	152	152	0	5.52
09	D-1 / 210 - 4% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	36950	503	152	151	0	5.35

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR GENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	20470	529	154	151	0	3.07
02	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	20660	530	153	152	0	3.11
03	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	20550	503	152	152	0	2.94
04	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	30870	531	154	151	0	4.65
05	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	30790	531	153	152	0	4.65
06	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	30770	532	151	152	0	4.70
07	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	37850	529	153	151	0	5.74
08	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	37910	531	152	152	0	5.73
09	D-1 / 210 - 7% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	38330	503	152	151	0	5.54

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR GENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	18610	529	154	151	0	2.79
02	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	18790	530	153	152	0	2.83
03	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	03/12/2022	7	18690	503	152	152	0	2.68
04	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	28060	531	154	151	0	4.23
05	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	27990	531	153	152	0	4.22
06	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	10/12/2022	14	27980	532	151	152	0	4.27
07	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	34410	529	153	151	0	5.22
08	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	34470	531	152	152	0	5.21
09	D-1 / 210 - 13% CMF	26/11/2022	24/12/2022	28	34850	503	152	151	0	5.04

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Anexo 12 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Flexión del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D- Patrón / 280	28/11/2022	05/12/2022	7	22043	532	153	152	0	3.29
02	D- Patrón / 280	28/11/2022	05/12/2022	7	22247	529	151	150	0	3.46
03	D- Patrón / 280	28/11/2022	05/12/2022	7	22129	532	152	154	0	3.26
04	D- Patrón / 280	28/11/2022	12/12/2022	14	33236	531	153	153	0	4.94
05	D- Patrón / 280	28/11/2022	12/12/2022	14	33151	530	152	154	0	4.90
06	D- Patrón / 280	28/11/2022	12/12/2022	14	33134	532	153	154	0	4.88
07	D- Patrón / 280	28/11/2022	26/12/2022	28	40755	529	151	153	0	6.10
08	D- Patrón / 280	28/11/2022	26/12/2022	28	40821	530	152	152	0	6.21
09	D- Patrón / 280	28/11/2022	26/12/2022	28	41274	532	153	155	0	5.98

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR GENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	24220	532	153	152	0	3.62
02	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	24450	529	151	150	0	3.80
03	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	24320	532	152	154	0	3.59
04	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	36520	531	153	153	0	5.43
05	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	36430	530	152	154	0	5.39
06	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	36410	532	153	154	0	5.36
07	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	44780	529	151	153	0	6.70
08	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	44860	530	152	152	0	6.82
09	D-5 / 280 - 4% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	45350	532	153	155	0	6.57

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR GENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	25580	532	153	152	0	3.82
02	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	25820	529	151	150	0	4.02
03	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	25680	532	152	154	0	3.79
04	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	38570	531	153	153	0	5.73
05	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	38470	530	152	154	0	5.69
06	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	38450	532	153	154	0	5.66
07	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	47290	529	151	153	0	7.07
08	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	47370	530	152	152	0	7.21
09	D-5 / 280 - 7% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	47900	532	153	155	0	6.93

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR GENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

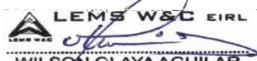
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	26370	532	153	152	0	3.94
02	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	26610	529	151	150	0	4.14
03	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	26470	532	152	154	0	3.90
04	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	39750	531	153	153	0	5.91
05	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	39650	530	152	154	0	5.87
06	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	39630	532	153	154	0	5.83
07	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	48750	529	151	153	0	7.29
08	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	48830	530	152	152	0	7.43
09	D-5 / 280 - 10% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	49370	532	153	155	0	7.15

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR GENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO : para un diseño  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup>

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	22720	532	153	152	0	3.39
02	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	22930	529	151	150	0	3.57
03	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	05/12/2022	7	22810	532	152	154	0	3.36
04	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	34260	531	153	153	0	5.09
05	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	34170	530	152	154	0	5.06
06	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	12/12/2022	14	34150	532	153	154	0	5.02
07	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	42010	529	151	153	0	6.28
08	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	42080	530	152	152	0	6.40
09	D-5 / 280 - 13% CMF	28/11/2022	26/12/2022	28	42540	532	153	155	0	6.16

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

## Anexo 13 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Tracción del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	03/12/2022	7	31073	102.35	206.7	0.94	0.952
02	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	03/12/2022	7	31283	101.40	204.5	0.96	
03	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	03/12/2022	7	31161	101.45	203.6	0.96	
04	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	10/12/2022	14	35029	100.70	203.6	1.09	1.093
05	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	10/12/2022	14	36200	102.05	205.0	1.10	
06	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	10/12/2022	14	35763	101.85	205.3	1.09	
07	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	24/12/2022	28	41923	105.00	205.3	1.24	1.250
08	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	24/12/2022	28	41991	104.85	203.0	1.26	
09	D-Patrón / 210	210	26/11/2022	24/12/2022	28	42457	104.45	206.3	1.25	

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	35430	102.35	206.7	1.07	1.086
02	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	35670	101.40	204.5	1.10	
03	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	35530	101.45	203.6	1.10	
04	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	39940	100.70	203.6	1.24	1.246
05	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	41280	102.05	205.0	1.26	
06	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	40780	101.85	205.3	1.24	
07	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	47810	105.00	205.3	1.41	1.425
08	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	47880	104.85	203.0	1.43	
09	D-1 / 210 - 4% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48420	104.45	206.3	1.43	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	36171	102.35	206.7	1.09	1.108
02	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	36415	101.40	204.5	1.12	
03	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	36274	101.45	203.6	1.12	
04	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	40775	100.70	203.6	1.27	1.272
05	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	42139	102.05	205.0	1.28	
06	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	41631	101.85	205.3	1.27	
07	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48802	105.00	205.3	1.44	1.455
08	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48880	104.85	203.0	1.46	
09	D-1 / 210 - 7% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	49422	104.45	206.3	1.46	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	38356	102.35	206.7	1.15	1.175
02	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	38615	101.40	204.5	1.19	
03	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	38465	101.45	203.6	1.19	
04	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	43238	100.70	203.6	1.34	1.349
05	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	44685	102.05	205.0	1.36	
06	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	44145	101.85	205.3	1.34	
07	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	51749	105.00	205.3	1.53	1.543
08	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	51832	104.85	203.0	1.55	
09	D-1 / 210 - 10% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	52408	104.45	206.3	1.55	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 26/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	32410	102.35	206.7	0.98	0.992
02	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	33550	101.40	204.5	1.03	
03	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	03/12/2022	7	31510	101.45	203.6	0.97	
04	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	36100	100.70	203.6	1.12	1.130
05	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	37520	102.05	205.0	1.14	
06	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	10/12/2022	14	37020	101.85	205.3	1.13	
07	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	48360	105.00	205.3	1.43	1.392
08	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	46420	104.85	203.0	1.39	
09	D-1 / 210 - 13% CMF	210	26/11/2022	24/12/2022	28	46030	104.45	206.3	1.36	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 14 Informes de Ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Tracción del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	05/12/2022	7	38100	102.95	201.4	1.17	1.171
02	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	05/12/2022	7	38360	101.90	205.9	1.16	
03	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	05/12/2022	7	38210	101.95	202.2	1.18	
04	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	12/12/2022	14	42950	106.00	206.1	1.25	1.317
05	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	12/12/2022	14	44380	102.25	206.7	1.34	
06	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	12/12/2022	14	43850	101.60	201.6	1.36	
07	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	26/12/2022	28	51400	102.15	203.3	1.58	1.575
08	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	26/12/2022	28	51480	101.80	204.0	1.58	
09	D- Patrón / 280	280	28/11/2022	26/12/2022	28	52050	103.65	203.4	1.57	

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE”

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	52810	102.95	201.4	1.62	1.624
02	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	53160	101.90	205.9	1.61	
03	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	52960	101.95	202.2	1.64	
04	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	59530	106.00	206.1	1.74	1.826
05	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	61520	102.25	206.7	1.85	
06	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	60780	101.60	201.6	1.89	
07	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	71250	102.15	203.3	2.18	2.184
08	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	71360	101.80	204.0	2.19	
09	D-5 / 280 - 4% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	72150	103.65	203.4	2.18	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	56080	102.95	201.4	1.72	1.724
02	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	56460	101.90	205.9	1.71	
03	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	56240	101.95	202.2	1.74	
04	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	63220	106.00	206.1	1.84	1.939
05	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	65330	102.25	206.7	1.97	
06	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	64540	101.60	201.6	2.01	
07	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	75660	102.15	203.3	2.32	2.319
08	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	75780	101.80	204.0	2.32	
09	D-5 / 280 - 7% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	76620	103.65	203.4	2.31	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : 28/11/2022

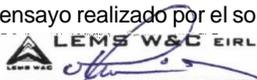
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	47338	102.95	201.4	1.45	1.455
02	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	47658	101.90	205.9	1.45	
03	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	47472	101.95	202.2	1.47	
04	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	53364	106.00	206.1	1.56	1.637
05	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	55149	102.25	206.7	1.66	
06	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	54483	101.60	201.6	1.69	
07	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	63868	102.15	203.3	1.96	1.957
08	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	63970	101.80	204.0	1.96	
09	D-5 / 280 - 10% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	64680	103.65	203.4	1.95	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI

Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : 28/11/2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revisada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T promedio (MPa)
01	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	43940	102.95	201.4	1.35	1.351
02	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	44240	101.90	205.9	1.34	
03	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	05/12/2022	7	44060	101.95	202.2	1.36	
04	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	49530	106.00	206.1	1.44	1.519
05	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	51190	102.25	206.7	1.54	
06	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	12/12/2022	14	50570	101.60	201.6	1.57	
07	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	59280	102.15	203.3	1.82	1.817
08	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	59380	101.80	204.0	1.82	
09	D-5 / 280 - 13% CMF	280	28/11/2022	26/12/2022	28	60040	103.65	203.4	1.81	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Anexo 15 Informes de Ensayo de Laboratorio, Modulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm<sup>2</sup>.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : sábado, 3 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm<sup>2</sup>)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z$ (S <sub>z</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	136.25	54	5.93057	0.000404	144290	151605.33
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	131.08	52	5.83418	0.000382	159302	
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	131.27	53	5.77093	0.000425	151224	
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	200.89	80	10.09459	0.000406	162348	164598.33
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	196.25	78	7.92880	0.000420	167174	
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	198.42	79	7.49062	0.000408	164273	
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	220.20	88	11.54093	0.000429	202183.00	201170.00
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	218.00	87	12.37631	0.000407	201135.00	
Patrón - $f'c=$ 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	217.65	87	12.08077	0.000393	200192.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : sábado, 3 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm<sup>2</sup>)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	152.18	61	6.14567	0.000404	132178	134647.67
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	147.43	59	6.04928	0.000382	137382	
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	145.05	58	5.98603	0.000677	134383	
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	222.14	89	10.30969	0.000658	198211	192927.33
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	219.27	88	8.14390	0.000672	190786	
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	221.55	89	7.70572	0.000659	189785	
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	237.41	95	11.75603	0.000429	211261.00	211743.33
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	237.79	95	12.59141	0.000659	213331.00	
Patrón + 4% - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	240.43	96	12.29587	0.000393	210638.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : sábado, 3 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm<sup>2</sup>)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	03/12/2022	7	163.19	65	5.78843	0.000259	198157	197911.00
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	03/12/2022	7	158.10	63	5.69204	0.000237	189648	
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	03/12/2022	7	155.55	62	5.62879	0.000280	205928	
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	10/12/2022	14	238.21	95	9.95245	0.000261	225356	221028.33
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	10/12/2022	14	235.12	94	7.78666	0.000420	216478	
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	10/12/2022	14	237.57	95	7.34848	0.000408	221251	
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	24/12/2022	28	254.58	102	11.39879	0.000284	223195.00	225921.00
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	24/12/2022	28	254.99	102	12.23417	0.000407	226187.00	
Patrón + 7% CMF - f'c= 210	26/11/2022	24/12/2022	28	257.82	103	11.93863	0.000248	228381.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : sábado, 3 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm<sup>2</sup>)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_c$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	171.67	69	5.95359	0.000547	235151	237206.33
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	166.30	67	5.85720	0.000525	238593	
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	163.62	67	5.79395	0.000567	237875	
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	250.58	100	10.11761	0.000549	241388	238689.00
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	247.34	104	7.95182	0.000562	238694	
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	249.91	100	7.51365	0.000550	235985	
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	267.80	113	11.56395	0.000571	261702.00	249037.33
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	268.23	114	12.39933	0.000407	266575.00	
Patrón + 10% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	271.21	119	12.10379	0.000536	218835.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : sábado, 3 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm<sup>2</sup>)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_1 (S_2)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	146.04	58	5.95787	0.000547	221371	214243.33
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	141.47	57	5.85949	0.000525	197165	
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	03/12/2022	7	139.19	57	5.79095	0.000567	224194	
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	213.17	85	10.13761	0.000549	229587	228414.67
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	210.41	88	7.96182	0.000562	231896	
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	10/12/2022	14	212.60	85	7.53365	0.000550	223761	
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	227.82	96	11.66395	0.000571	233176.00	233403.33
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	228.18	97	12.90361	0.000407	238748.00	
Patrón + 13% CMF - f'c= 210 kg/cm <sup>2</sup>	26/11/2022	24/12/2022	28	230.72	102	12.20379	0.000536	228286.00	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

## Anexo 16 Informes de Ensayo de Laboratorio, Modulo de Elasticidad del Concreto $f'c$ 280 Kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : Lunes, 5 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio $E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	186.13	74	5.87842	0.000392	204875	199413.00
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	179.07	72	5.78203	0.000370	195997	
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	179.32	72	5.71878	0.000413	197367	
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	274.42	110	10.04244	0.000394	206494	200919.33
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	268.08	107	7.87665	0.000408	194386	
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	271.06	108	7.43847	0.000408	201878	
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	300.81	120	11.48878	0.000417	216675.00	212396.67
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	297.80	119	12.32416	0.000395	211733.00	
Patrón - $f'c=$ 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	297.33	119	12.02862	0.000381	208782.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : lunes, 5 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	208.92	84	5.90905	0.000382	243807	236540.00
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	205.71	82	5.81266	0.000360	239865	
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	202.50	81	5.74941	0.000403	225948	
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	293.23	117	10.07307	0.000394	218842	239765.00
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	303.58	121	7.90728	0.000398	244695	
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	303.10	121	7.46910	0.000385	255758	
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	321.23	128	11.51941	0.000407	239567.00	224243.00
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	321.42	129	12.35479	0.000385	228241.00	
Patrón +4% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	325.08	130	12.05925	0.000371	204921.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : lunes, 5 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	226.51	91	5.89905	0.000372	251263	254744.00
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	223.03	89	5.79266	0.000350	258148	
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	05/12/2022	7	219.54	88	5.75941	0.000393	254821	
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	317.92	127	10.04307	0.000375	291917	285679.67
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	329.14	132	7.88728	0.000388	266585	
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	12/12/2022	14	328.62	131	7.45910	0.000375	298537	
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	348.27	139	11.53941	0.000398	251623.00	259977.67
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	348.48	139	12.32479	0.000375	251471.00	
Patrón + 7% - f'c= 280 kg/cm <sup>2</sup>	28/11/2022	26/12/2022	28	352.45	141	12.03925	0.000361	276839.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : lunes, 5 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>	Promedio E <sub>c</sub> Kg/cm <sup>2</sup>
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	05/12/2022	7	234.81	94	5.96209	0.000437	248436	245323.00
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	05/12/2022	7	231.20	92	5.87570	0.000704	244128	
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	05/12/2022	7	227.59	91	5.78245	0.000403	243405	
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	12/12/2022	14	329.57	132	10.14611	0.000427	271694	275618.67
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	12/12/2022	14	341.20	136	7.97032	0.000442	278778	
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	12/12/2022	14	340.66	136	7.52214	0.000385	276384	
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	26/12/2022	28	361.03	144	11.54245	0.000395	223964.00	249296.67
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	26/12/2022	28	361.25	145	12.42783	0.000371	225714.00	
Patrón + 10% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	26/12/2022	28	365.37	146	12.12229	0.000363	298212.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : CESPEDES MEJIA JUAN ISAI  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA DE FAIQUE"  
 Ubicación : CHICLAYO  
 Fecha de apertura : Lunes, 5 de Diciembre de 2022  
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson para concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 280kg/cm<sup>2</sup>)  
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_z (S_z)$	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	Prom K
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	05/12/2022	7	216.28	87	5.97209	0.000417	249368	17:
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	05/12/2022	7	212.95	85	5.88570	0.000504	25622	
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	05/12/2022	7	209.63	84	5.79245	0.000413	247394	
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	12/12/2022	14	303.56	121	10.10074	0.000437	278184	28:
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	12/12/2022	14	314.27	126	7.98032	0.000452	274784	
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	12/12/2022	14	313.78	126	7.53214	0.000385	288919	
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	26/12/2022	28	332.54	133	11.55245	0.000405	328268.00	26:
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	26/12/2022	28	332.74	133	12.41783	0.000391	225481.00	
Patrón + 13% - f'c= 280 kg/c	28/11/2022	26/12/2022	28	336.53	135	12.10229	0.000393	234855.00	

**Observaciones:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

### Anexo 17 Análisis Estadístico

#### INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQUE”

CLARIDAD								
Concreto Reemplazando Parcialmente el cemento por Cenizas de Madera Faique								
	F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>				F'c= 280 Kg/cm <sup>2</sup>			
	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	0	1	1	1
JUEZ 3	0	1	0	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	0	1	1
JUEZ 5	1	0	1	1	1	1	1	0
s	4	4	5	5	4	4	5	4
n	5							
c	2							
V de Alken por preg=	0.8	1	0.8	1	0.8	0.8	1	0.8
V de Alken por preg=	0.875							

CONTEXTO								
Concreto Reemplazando Parcialmente el cemento por Cenizas de Madera Faique								
	F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>				F'c= 280 Kg/cm <sup>2</sup>			
	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	0	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 5	1	0	1	1	1	1	1	1
s	5	4	5	5	4	5	5	5
n								
c								
V de Alken por preg=	1	0.8	1	1	0.8	1	1	1
V de Alken por preg=	0.95							

<b>DOMINIO</b>								
<b>Concreto Reemplazando Parcialmente el cemento por Cenizas de Madera Faique</b>								
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>				<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>			
	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	0	1	1	1
JUEZ 3	0	1	0	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	0	0	1
JUEZ 5	1	0	1	1	1	1	1	0
s	4	4	4	5	4	4	4	4
n								
c								
V de Alken por preg=	0.8	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.8	0.8
V de Alken por preg=	0.825							

<b>CONGRUENCIA</b>								
<b>Concreto Reemplazando Parcialmente el cemento por Cenizas de Madera Faique</b>								
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>				<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>			
	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad	Compresión	Flexión	Tracción	Módulo de Elasticidad
JUEZ 1	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 2	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 3	1	1	1	1	1	1	1	1
JUEZ 4	1	1	1	1	1	0	1	1
JUEZ 5	1	1	1	1	1	1	1	0
s	5	5	5	5	5	4	5	4
n								
c								
V de Alken por preg=	1	1	1	1	1	0.8	1	0.8
V de Alken por preg=	0.95							

V de Aiken del instrumento por jueces expertos

0.90

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE “EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQU”

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
,853	8

F'c		Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Comprensión		,914	,744
Flexión	210 kg/cm <sup>2</sup> + 10% DE	,856	,756
Tracción	CENIZAS DE	,935	,748
Módulo Elástico	MADERA FAIQUE	,908	,749
Comprensión		,175	,844
Flexión	280 kg/cm <sup>2</sup> + 10% DE	,395	,841
Tracción	CENIZAS DE	,597	,843
Módulo Elástico	MADERA FAIQUE	,485	,842

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		736,684	8	92,085		
Intra sujetos	Entre elementos	1555926,375	7	222275,394	14013,9	,000
	Residuo	887,125	56	15,865	54	
	Total	1556815,581	63	24711,358		
Total		1557551,284	71	21937,356		

En las tablas se observa que, el instrumento es sobre Cenizas de Madera Faique, para mejorar las propiedades mecánicas del concreto es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).

## Anexo 18 Validez Y Confiabilidad Por 5 Jueces Expertos

Colegiatura N° 18205

### Ficha de validación según AIKEN

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ruben Dario Gomez Carhuaz	Universidad señor de Sipan	Prueba de comprensión, flexión, tracción y modulo elástico	Juan Isai Cespedes Mejia
<b>Título de la Investigación:</b> "Evaluación del Rendimiento Mecánico del Concreto, Reemplazando Parcialmente el Cemento por Cenizas de Madera Faique"			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Fc= 210 Kg/cm2</b>								
1	Compresión		x	x		x		x	
2	Flexión	x		x			x	x	
3	Tracción	x		x			x	x	
4	Modulo de elasticidad	x		x		x		x	
	<b>Fc= 280 Kg/cm2</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Compresión		x	x		x		x	
2	Flexión	x		x			x	x	
3	Tracción	x		x			x	x	
4	Modulo de elasticidad	x		x		x		x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil

  
**CONSORCIO AGUAS DEL ORIENTE**  
**RUBEN DARIO GOMEZ CARHUAZ**  
 INGENIERO SANITARIO  
 CIP. N° 18205  
 RESIDENTE DE OBRA

**Colegiatura N° 45542**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Walter Javier Montalván Bernal	Universidad señor de Sipan	Prueba de comprensión, flexión, tracción y modulo elástico	Juan Isai Cespedes Mejia
<b>Título de la Investigación:</b> "Evaluación del Rendimiento Mecánico del Concreto, Reemplazando Parcialmente el Cemento por Cenizas de Madera Faique"			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACION Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Fc= 210 Kg/cm2</b>								
1	Compresión	X		X		X			X
2	Flexión	X		X		X		X	
3	Tracción	X		X			X	X	
4	Modulo de elasticidad	X		X		X		X	
	<b>Fc= 280 Kg/cm2</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Compresión		X	X		X			X
2	Flexión	X			X		X	X	
3	Tracción	X		X			X	X	
4	Modulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil


  
 CONSORCIO C & M CONSULTORES  
 Walter Javier Montalván Bernal  
 REPRESENTANTE COMUN  
 D.C. 1753543

Ing. Walter Javier Montalván Bernal

**Colegiatura N° 212351**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
ALEXANDER GARCIA PEÑA	Universidad señor de Sipan	Prueba de comprensión, flexión, tracción y modulo elástico	Juan Isai Cespedes Mejia
<b>Título de la Investigación:</b> "Evaluación del Rendimiento Mecánico del Concreto, Reemplazando Parcialmente el Cemento por Cenizas de Madera Faique"			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

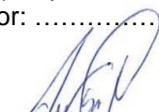
ITEM S	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Fc= 210 Kg/cm2</b>								
1	Compresión		X	X		X		X	
2	Flexión	X		X			X	X	
3	Tracción		X		X	X			X
4	Modulo de elasticidad	X		X		X		X	
	<b>Fc= 280 Kg/cm2</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Compresión		X	X		X		X	
2	Flexión	X			X		X	X	
3	Tracción	X		X		X			X
4	Modulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: .....  
 Especialidad: Ing. Civil

  
 Alexander Garcia Peña  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 212351

**Colegiatura N° 87938**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Cesar Eduardo Incio Capuñay	Universidad señor de Sipan	Prueba de comprensión, flexión, tracción y modulo elástico	Juan Isai Céspedes Mejía
<b>Título de la Investigación:</b> "Evaluación del Rendimiento Mecánico del Concreto, Reemplazando Parcialmente el Cemento por Cenizas de Madera Faique"			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

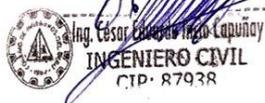
ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		S	N	S	N	S	N	S	N
	<b>Fc= 210 Kg/cm2</b>	S	N	S	N	S	N	S	N
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Flexión	x		x		x		x	
3	Tracción	x		x		x		x	
4	Modulo de elasticidad		x		x	x		x	
	<b>Fc= 280 Kg/cm2</b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Compresión		x	x		x		x	
2	Flexión	x				x		x	
3	Tracción	x		x		x		x	
4	Modulo de elasticidad	x		x		x		x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )  
 Apellidos y nombres del juez validador: .....  
 Especialidad: Ing. Civil



**Colegiatura N° 155109**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Pedro Ramón Patazca Rojas	Universidad señor de Sipan	Prueba de comprensión, flexión, tracción y modulo elástico	Juan Isai Cespedes Mejia
<b>Título de la Investigación:</b> "Evaluación del Rendimiento Mecánico del Concreto, Reemplazando Parcialmente el Cemento por Cenizas de Madera Faique"			

**II. Aspectos de validación de cada Item**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEM S	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo bien
2	A	Todo bien
3	A	Todo bien
4	A	Todo bien

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
	<b>Fc= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Compresión	x		x		x		x	
2	Flexión	x		x		x		x	
3	Tracción	x		x		x		x	
4	Modulo de elasticidad	x		x		x		x	
	<b>Fc= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No
1	Compresión	x		x		x			x
2	Flexión	x		x		x			x
3	Tracción	x			x	x		x	
4	Modulo de elasticidad	x		x		x		x	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ( X ) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: .....

Especialidad: Ing. Civil

## Anexo 19 Panel fotográfico

### ESTUDIO DE CANTERAS

#### a) Cantera Pacherres – “Caserío Pacherres”



b) Cantera Pátapo – “La Victoria”



c) Cantera – Tres tomas “bomboncito”



CENIZAS DE MADERA FAIQUE (recolección, quema, cenizas)



## ENSAYO DE AGREGADOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA



## DISEÑO DE MEZCLA

Fase de preparación y vaciado del concreto



## Ensayos en estado fresco del concreto

### Ensayo de Temperatura en el Concreto



### Ensayo de Asentamiento "slump"



# Ensayo de contenido de vacíos y peso unitario del concreto



## ENSAYOS MECÁNICOS EN ESTADO ENDURECIDO

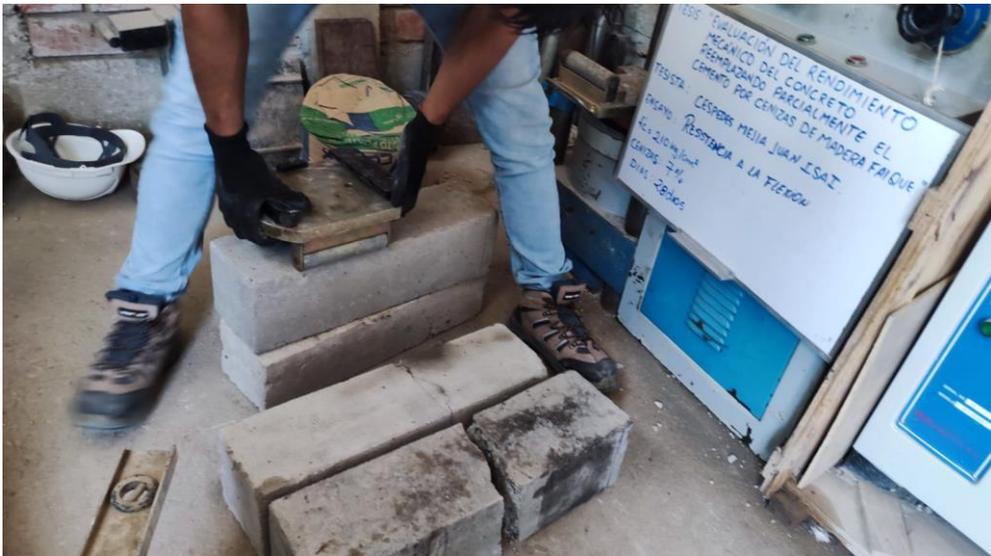
a) Ensayo a la compresión con  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$





a) Ensayo a la flexión con  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$





c) Ensayo a la tracción con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$





c) Ensayo de módulo de elasticidad  $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$  y  $280\text{kg/cm}^2$



## Anexo 20 Matriz de consistencia de un proyecto de investigación.

Formulación del Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Marco Teórico (Esquema)	Dimensiones	Métodos
<p><b>Problema general</b></p> <p>¿Cómo influye el reemplazo parcial del cemento por cenizas de faique en el rendimiento mecánico del concreto?</p>	<p>La incorporación de cenizas de madera de faique, como reemplazo parcial del cemento, ayuda a mejorar el rendimiento mecánico del concreto convencional.</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Evaluar las propiedades mecánicas del concreto, reemplazando parcialmente el cemento por cenizas de madera de faique.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Determinación de las características físicas de los agregados y las cenizas de madera faique a utilizar.</li> <li>-Determinar las características químicas de las cenizas de madera faique</li> <li>-Evaluar las características físico-mecánicas del concreto <math>f_c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando cenizas de madera de faique en 4%, 7%, 10% y 13%. como reemplazo parcial del cemento.</li> <li>-Determinar el porcentaje óptimo de cenizas de madera de faique</li> </ul>	<p>V.I.: <b>Cenizas de madera faique</b></p> <p>V.D.:  <b>Rendimiento mecánico del concreto: Ensayo a la compresión, ensayo a la flexión, ensayo a tracción y módulo de elasticidad.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos preliminares de los materiales</li> <li>• Definición</li> <li>• Aplicaciones</li> <li>• Ventajas</li> <li>• Desventajas</li> <li>• Características físico mecánicas</li> <li>• Importancia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Características de los agregados</li> <li>• Características de los materiales</li> <li>• Propiedades Mecánicas</li> <li>• Propiedades físico mecánicas</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Cuantitativa</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Experimental</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p>Cuasi-Experimental</p> <p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>360 probetas</p> <p><b>TECNICA</b></p> <p>Observación directa y análisis de datos</p> <p><b>INSTRUMENTO</b></p> <p>Recolecciones de datos</p>

## Anexo 21 Certificados de calibración de equipos de laboratorio



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	4686-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	<b>LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W &amp; C E.I.R.L. - LEMS W &amp; C E.I.R.L.</b>	
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	<b>PRESA DE CONCRETO</b>	
Capacidad	2000 kN	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	A Y A INSTRUMENT	
Modelo	STYE-2000B	
Número de Serie	131214	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	MC	
Modelo	STYLE-2000B	
Número de Serie	131214	
Resolución	0.01 / 0.1 kN (*)	
Ubicación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-09-02	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

### 10. Observaciones

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



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

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

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

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

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

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

### 12. Incertidumbre

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

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



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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.	
3. Dirección	CALLE LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	
4. Equipo	HORNO	
Alcance Máximo	300 °C	
Marca	PERUTEST	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Modelo	PT-H225	
Número de Serie	0120	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

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

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

5. Fecha de Calibración 2023-03-01

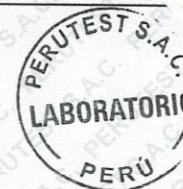
Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-03-02

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

### 10. Observaciones

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



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

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



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

# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

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

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

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



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

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

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

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

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

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

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

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

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

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

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

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

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





# PERUTEST S.A.C.

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

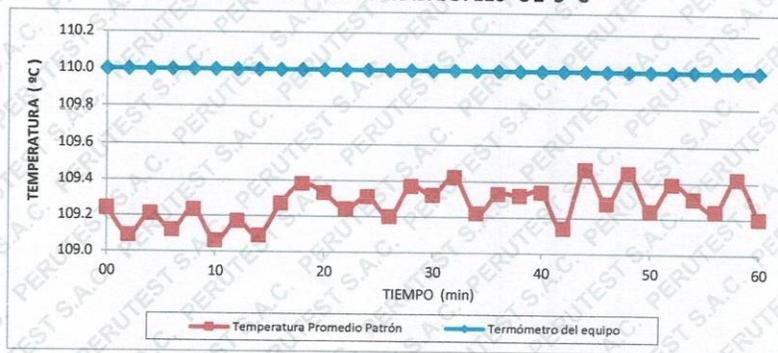
RUC N° 20602182721

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

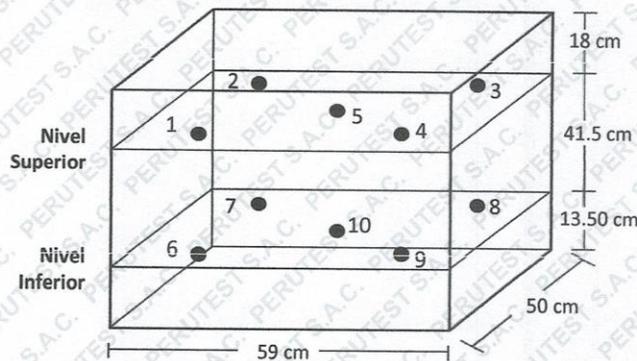
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 037 - 2023

Página 5 de 5

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



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



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

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



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estandar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

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

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

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

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

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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

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

**5. Fecha de Calibración**      **2023-03-01**

Fecha de Emisión

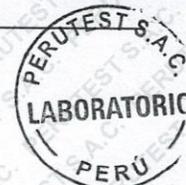
2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología



JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

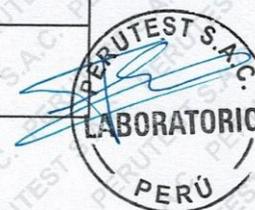
En las instalaciones del cliente.  
CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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



### 10. Observaciones

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



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

# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

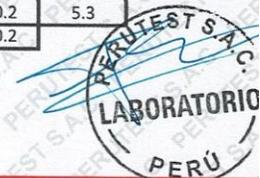
Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

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

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

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



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

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

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

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

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

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

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

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

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

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

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

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

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

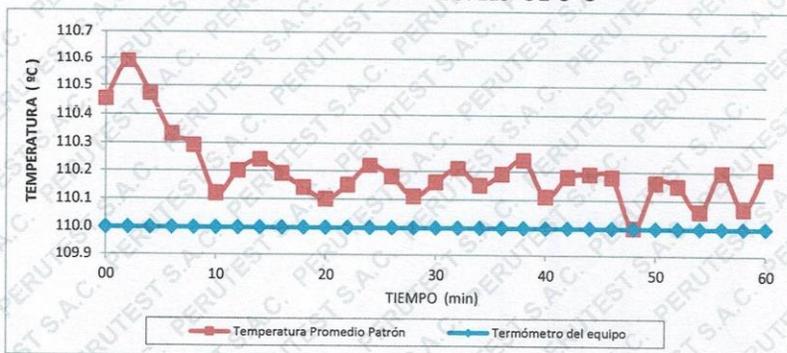


## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 036 - 2023

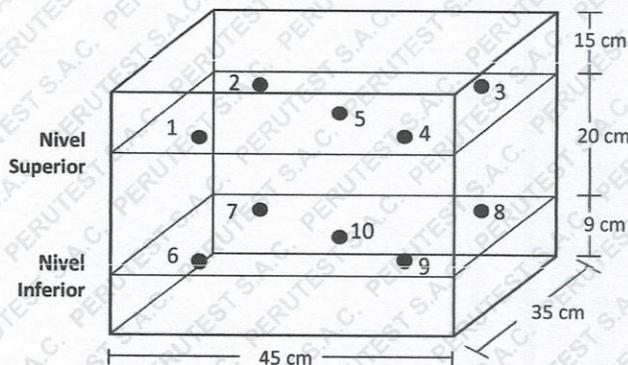
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

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



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



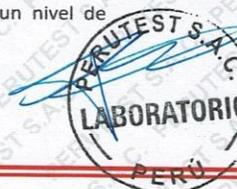
Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

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

#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento





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

# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

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

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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

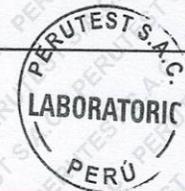


Fecha de Emisión  
2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

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

### 10. Observaciones

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



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

\* Valor entre 0 y 10e

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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

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

\*\* error máximo permisible

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

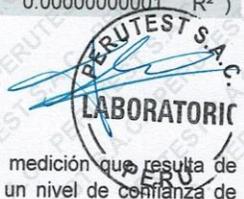
ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado  
E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ ( 0.000028 \text{ g}^2 + 0.0000000001 \text{ R}^2 )}$$

Lectura corregida

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



### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento

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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	200 kg
División de escala (d)	0.05 kg
Div. de verificación (e)	0.05 kg
Clase de exactitud	III
Marca	OPALUX
Modelo	N.I
Número de Serie	N.I
Capacidad mínima	1.0 kg
Procedencia	CHINA
Identificación	LM-0112
5. Fecha de Calibración	2023-03-01

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

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

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



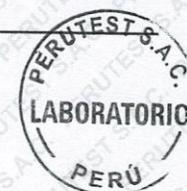
Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

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

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4
Humedad Relativa	51%	51%

### 9. Patrones de referencia

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 kg a 5 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0938-001-22
TOTAL WEIGHT	JUEGO DE PESAS DE 20 KG (Clase de Exactitud: M2)	CM-4187-2022
PESATEC	PESA 10 KG (Clase de Exactitud: M1)	1158-MPES-C-2022
ELICROM	JUEGO DE PESAS 1 mg a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	CCP-0908-001-22
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

### 10. Observaciones

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



📞 913 028 621 / 913 028 622

📞 913 028 623 / 913 028 624

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

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

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

📌 PERUTEST SAC



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4	26.4

Medición N°	Carga L1 = 100.00 kg			Carga L2 = 200.00 kg		
	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)
1	100.00	20	5	200.05	30	45
2	100.05	10	65	200.05	35	40
3	100.05	10	65	200.05	30	45
4	100.00	20	5	200.05	20	55
5	100.00	25	0	200.00	15	10
6	100.05	15	60	200.00	20	5
7	100.05	20	55	200.05	30	45
8	100.00	15	10	200.05	35	40
9	100.00	30	-5	200.05	35	40
10	100.00	30	-5	200.05	35	40
	Diferencia Máxima		70	Diferencia Máxima		50
	Error Máximo Permissible		150.0	Error Máximo Permissible		150.0

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
3	4

Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.1	21.2

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (kg)	$\Delta L$ (g)	Eo (g)	Carga L (kg)	l (kg)	$\Delta L$ (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.50	0.50	20	5	70.00	70.00	30	-5	-10
2		0.50	20	5		70.00	25	0	-5
3		0.50	25	0		70.00	30	-5	-5
4		0.50	20	5		70.00	30	-5	-10
5		0.50	25	0		70.00	25	0	0
						Error máximo permisible			100.0

\* Valor entre 0 y 10e



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 0112 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.7 °C	26.7 °C

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (±g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.50	0.50	20	5						
1.00	1.00	25	0	-5	1.00	20	5	0	50
5.00	5.00	20	5	0	5.00	25	0	-5	50
10.00	10.00	20	5	0	10.00	30	-5	-10	50
20.00	20.00	30	-5	-10	20.00	20	5	0	50
50.00	50.00	35	-10	-15	50.00	15	10	5	100
80.00	80.00	30	-5	-10	80.00	20	5	0	100
100.00	100.00	30	-5	-10	100.05	35	40	35	150
140.00	140.00	20	5	0	140.05	40	35	30	150
160.00	160.05	40	35	30	160.05	35	40	35	150
200.00	200.05	35	40	35	200.05	35	40	35	150

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.001560 \text{ kg}^2 + 0.00000000458 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0001233 R$$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	1912-2023	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	CALLE LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336460679	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
5. Fecha de Calibración	2023-03-01	

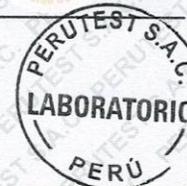
Fecha de Emisión

2023-03-02

Jefe del Laboratorio de Metrología

JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA

Sello



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

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

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

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

### 10. Observaciones

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



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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

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

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

#### ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	26.4 °C	26.4 °C

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

\* Valor entre 0 y 10e





# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26.4 °C	26.4 °C

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

\*\* error máximo permisible

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

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

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

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{ ( 0.3787222 \text{ g}^2 + 0.00000000237 \text{ R}^2 )}$$

Lectura corregida

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

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



☎ 913 028 621 / 913 028 622

☎ 913 028 623 / 913 028 624

🌐 www.perutest.com.pe

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

✉ ventas@perutest.com.pe

📌 PERUTEST SAC

## Anexo 22 Certificado de Registro de la Propiedad Industrial del Laboratorio



PERÚ

Presidencia  
del Consejo de Ministros

INDECOPI



Empleado digitalmente por:  
D-4622 SALADAR Sergio Jean Perez  
PKU 2072984033 hash:  
Fecha: 2023/03/22 16:37:05-0500

# Registro de la Propiedad Industrial

## Dirección de Signos Distintivos

### CERTIFICADO N° 00137704

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 008139-2022/DSD - INDECOPI de fecha 25 de marzo de 2022, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo	:	La denominación LEMS W&C y logotipo, conforme al modelo
Distingue	:	Servicios de estudio de mecánica de suelos, estudio de evaluación de estructuras, ensayos y control de calidad del concreto, mezclas asfáltica, emulsiones asfálticas, suelos y materiales.
Clase	:	42 de la Clasificación Internacional.
Solicitud	:	0935718-2022
Titular	:	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
País	:	Perú
Vigencia	:	25 de marzo de 2032



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 005-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: wtenws22bp

Pág. 1 de 1

**INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELLECTUAL**

Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: [www.indecopi.gob.pe](http://www.indecopi.gob.pe)

## Anexo 23 Certificado de Acreditación de Laboratorio

### AUTORIZACIÓN PARA EL RECOJO DE INFORMACIÓN

Pimentel, 15 de Enero del 2023

Quien suscribe:

**Sr. Wilson Olaya Aguilar**

**REPRESENTANTE LEGAL DE COORDINACIÓN DE LABORATORIO – LEMS W&C EIRL.**

**AUTORIZA:** Permiso para recojo de información pertinente en función de la tesis denominado:

**EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQUE**

Por el presente, el que suscribe, Wilson Olaya Aguilar representante legal del laboratorio LEMS W&C EIRL, AUTORIZO al estudiante: Cespedes Mejia Juan Isai, identificado con DNI N° 75412841, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y autor de la tesis denominado EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO, REEMPLAZANDO PARCIALMENTE EL CEMENTO POR CENIZAS DE MADERA FAIQUE, al uso de dicha información entre otros como plantillas para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis de investigación, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



**LEMS W&C EIRL.**  
WILSON ARTURO OLAYA AGUILAR  
GERENTE GENERAL  
DNI: 41437114  
Representante legal de "LEMS W&C"

**Wilson Olaya Aguilar:** DNI N°41437114  
Tec. Coordinador de Laboratorio / Talleres