



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades  
mecánicas y durabilidad de un concreto convencional,  
Lambayeque-2024

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

**AUTOR:**

Vilcabana Manayay, Jesus Alberto (orcid.org/0009-0009-4438-0512)

**ASESOR:**

Mg. Suclupe Sandoval, Robert Edinson (orcid.org/0000-0001-5730-0782)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**CHICLAYO – PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

## **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, **ROBERT EDINSON SUCLUPE SANDOVAL**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC – FILIAL CHICLAYO**, asesor de Tesis titulada:

**“Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024”**

Del autor **Br. VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO**, constato que la investigación cumple con el índice de similitud de **13%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Chiclayo, 03 de diciembre del 2024

Apellidos y nombres del asesor: <b>SUCLUPE SANDOVAL ROBERT EDINSON</b>	
<b>DNI</b> 42922864	<b>Firma</b> 
<b>ORCID</b> 0000-0001-5730-0782	



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, VILCABANA MANAYAY JESUS ALBERTO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

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

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
VILCABANA MANAYAY JESUS ALBERTO : 41807883 <b>ORCID:</b> 0009-0009-4438-0512	Firmado electrónicamente por: VMANAYAYJA el 16- 12-2024 20:26:34

Código documento Trilce: INV - 1915916

## **Dedicatoria**

Dedico con todo mi corazón a Dios por darme vida y salud todos los días y así mismo a mis padres por formarme una persona de bien con principios y valores ante la sociedad, por mis logros obtenidos en la vida se lo debe a ellos, por lo tanto doy mi esfuerzo, mi conocimiento, mi trabajo, mi honor, a toda mi familia por ayudarme a desarrollarme profesionalmente.

## **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud más sincera a las personas que han apoyado a la ejecución de este trabajo. Por ello, quiero expresar mi gratitud al ing. Robert, por brindarme orientación y respaldo durante todo el proceso de la indagación. Su conocimiento y experiencia han sido cruciales para el desarrollo de este trabajo. También quiero agradecer a mis padres y familiares, por su paciencia, comprensión y apoyo incondicional durante este período. Sin la ayuda y el respaldo de todas estas personas, este trabajo no habría sido posible.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor .....	ii
Declaratoria de originalidad del autor.....	iii
Dedicatoria .....	iv
Agradecimiento .....	v
Índice de contenidos .....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	11
III. RESULTADOS .....	13
IV. DISCUSIÓN.....	19
V. CONCLUSIONES.....	24
VI. RECOMENDACIONES.....	25
REFERENCIAS.....	26
ANEXOS .....	37

## Índice de tablas

Tabla 1. <i>Antecedentes Internacionales</i> .....	4
Tabla 2. <i>Antecedentes Nacionales</i> .....	5
Tabla 3. <i>Antecedentes internacionales y nacionales-ensayos de durabilidad</i> .....	6
Tabla 4. <i>Características físicas de la CCA</i> .....	13
Tabla 5. <i>Características químicas de la CCA</i> .....	13
Tabla 6. <i>Análisis estadístico-propiedades mecánicas del concreto (28 días)</i> .....	16

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Propiedades mecánicas del concreto patrón vs experimentales.....	14
<i>Figura 2.</i> Variaciones porcentuales de las propiedades mecánicas respecto de la muestra patrón .....	15
<i>Figura 3.</i> Permeabilidad y penetración de Ion Cloruro del concreto a los 28 días	16
<i>Figura 4.</i> Absorción del agua del concreto a los 28 días.....	17

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo de desarrollo sostenible el acción por el clima, ya que se usó la cáscara de arroz como material reutilizable en la elaboración del concreto, es por ello que se propuso determinar los efectos de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas y la durabilidad de un concreto convencional, sustituyendo el cemento porcentualmente por la CCA, aplicando una metodología de tipo aplicado con orientación experimental, donde se sustituyó el cemento por la CCA en proporciones de 5%, 6% y 7% respecto a su peso, para luego evaluar las propiedades mecánicas a los 7,14 y 28 días de curado, posteriormente se evaluó la durabilidad de la muestra convencional con el porcentaje óptimo. Obteniendo como resultados que en las propiedades mecánicas del concreto con el 7% de CCA, la compresión, tracción y flexión aumenta en 7.79%, 24.13%, 15.27%, respectivamente, mientras que en la abrasión tuvo un desgaste de 0.66%, y en la durabilidad aumenta la permeabilidad y absorción del agua debido a una mayor porosidad, pero contribuye a mejorar un 24.4% la capacidad de resistencia ante la penetración de cloruros, clasificada como muy baja según la ASTM C1202.

**Palabras clave:** CCA, Abrasión, Absorción, permeabilidad.

## **Abstract**

The research had as an objective of sustainable development the climate action, since rice husk was used as a reusable material in the elaboration of concrete, that is why it was proposed to determine the effects of rice husk ash on the mechanical properties and durability of a conventional concrete, The cement was substituted by the CCA in proportions of 5%, 6% and 7% of its weight, and then the mechanical properties were evaluated at 7, 14 and 28 days of curing, after which the durability of the conventional sample was evaluated with the optimum percentage. The results showed that the mechanical properties of the concrete with 7% CCA, compression, traction and flexion increased by 7.79%, 24.13% and 15.27%, respectively, while the abrasion had a wear of 0.66%, and the durability increased permeability and water absorption due to greater porosity, but contributed to improve the resistance capacity to chloride penetration by 24.4%, classified as very low according to ASTM C1202.

**Keywords:** CCA, Abrasion, Absorption, permeability.

## I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción se encuentra experimentando un crecimiento significativo, impulsado por el progreso de los países en desarrollo (Wang et al., 2024, p.1; Rithuparna, Jittin y Bahurudeen, 2021, p.1). Esta industria es la base de su desarrollo socioeconómico (Castillo Piscoya et al., 2021, p.124), lo que ha provocado un aumento en la demanda de concreto, considerado el material más utilizado en la edificación (Murugesan et al., 2021, p.950; Asfaw, Hareru y Ghebrab, 2022, p.168). Sin embargo, la producción de concreto tiene impactos negativos, como la extracción a gran escala de recursos naturales y la emisión de gases contaminantes (Wahyuni et al., 2023, p.2; Charitha et al., 2021, p.2). Para abordar estos problemas, muchos investigadores están trabajando para desarrollar alternativas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental en las construcciones y al mismo tiempo mejoren su rendimiento.

El crecimiento del mercado de la construcción ha llevado a que los residuos agroindustriales sean considerados como una alternativa prometedora para la sustitución parcial del cemento (Hu, He y Zhang, 2020, p.1; Ramakrishna y Gopi, 2023, p.1). Por ello, investigadores de varios países han centrado sus esfuerzos en el uso de residuos agrícolas como material cementante (Dharmaraj et al., 2023, p.2; Wang et al., 2024, p.840; Gedefaw et al., 2022, p.3), lo que puede ayudar a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, ya que muchos de estos residuos suelen ser incinerados o eliminados (Wang et al., 2022, p.841). Estos materiales agroindustriales se han convertido en nuevas alternativas ante los materiales tradicionales en la construcción, especialmente el cemento (Jayaraman et al., 2023, p.1). Los más utilizados son la cascarilla de café, mazorca de maíz, bagazo de caña de azúcar, cáscara de huevo y cascarilla de arroz (Sobuz et al., 2024, p.2; Wang et al., 2024, p.1; Asfaw, Hareru y Ghebrab, 2022, p.168; Bagcal y Baccay, 2019, p.84; Wang et al., 2022, p.842; Ahsan y Hossain 2018, p.1).

Es importante resaltar que para que estos residuos sean utilizados en la construcción, deben ser convertidos en cenizas mediante un proceso de calcinación controlada (Chaitanya et al., 2023, p.2). Esta ceniza volante debe contener una alta proporción de dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) (Al-Alwan et al., 2024, p.249; Dineshkumar y Balamurugan, 2021, p.2), ya que este componente es esencial para asegurar una interacción

adecuada con el cemento y promover una actividad puzolánica eficaz (Alyami et al., 2023, p.7). Para maximizar el contenido de sílice amorfa, estos subproductos deben mantenerse a una temperatura y duración precisas durante el proceso de calcinación (Shirgire et al., 2023, p.1), lo que da como resultado una ceniza con mayor reactividad puzolánica. Según varios estudios, para lograr estas propiedades los residuos deberían incinerarse a temperaturas entre 600°C y 800°C (Dharmaraj et al., 2023, p.2; Vieira et al., 2020, p.3). Antes de utilizar las cenizas volantes como sustituto del cemento, se deben estudiar cuidadosamente sus propiedades físicas y químicas para determinar su idoneidad para incorporarse al concreto (Polat, 2021, p.340).

La ceniza de cáscara de arroz (CCA) es la más utilizada y recomendada por diversos investigadores (Wang et al., 2022, p.841; Dharmaraj et al., 2023, p.2; Soumya Pradhan et al., 2023, p.2; Al-Alwan et al., 2024, p.249) debido a su alta composición química, especialmente el alto contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ) (Rajashekhar Reddy, Harihanandh y Murali, 2021, p.8822; Kang, Hong y Moon, 2019, p.391) y su caracterización por alta reactividad puzolánica que supera a otras cenizas (Castillo Piscoya et al., 2021, p.128; Rajashekhar Reddy, Harihanandh y Murali, 2021, p.8823). Por otro lado, el análisis de fluorescencia de rayos X es esencial para determinar con precisión la composición química del CCA (Abdalla et al., 2024, p.12; Kuri, Nuruzzaman y Sarker, 2023, p.2766). También es importante controlar la temperatura y la duración del proceso de calcinación, ya que estos factores afectan directamente la estructura química de las cenizas (Soumya Pradhan et al., 2023, p.3; Song et al., 2023, p.2), por ende, es de vital importancia seguir procedimientos adecuados durante la incineración para evitar la pérdida de sílice amorfa, lo que asegura que el CCA pueda usarse como un reemplazo efectivo del cemento y así mejorar el desempeño del concreto (Ramakrishna y Gopi, 2023, p.2). Los estudios han demostrado que reemplazar entre el 5% al 10% del cemento con CCA puede mejorar significativamente las propiedades del concreto (Ahsan y Hossain, 2018, p.2; Shirgire et al., 2023, p.2; Rajashekhar, Harihanandh y Murali, 2021, p.8824).

Las pruebas más comúnmente utilizadas para evaluar las propiedades mecánicas de concreto son la resistencia a la compresión, flexión, tracción y el módulo de elasticidad (Ramakrishna y Gopi, 2023, p.3; Chaitanya et al., 2023, p.2; Rajashekhar, Harihanandh y Murali, 2021, p.8824). Sin embargo, vale la pena señalar que existen

otras propiedades que no se han investigado a fondo, como la resistencia a la abrasión y los ensayos de durabilidad del concreto (Mallek et al., 2024, p.2; Singh et al., 2024, p.4; Tanu y Unnikrishnan, 2023, p.2; Abbass y Singh, 2022, p.2). Estas evaluaciones adicionales son esenciales para una comprensión más completa de la calidad y durabilidad del concreto en diferentes etapas de su vida (Kelechi et al., 2022, p.4), lo que enriquecerá enormemente la investigación sobre el reemplazo del cemento por la cáscara de arroz (CCA) (Nduka et al., 2022, p.11). En este contexto, el estudio se centra en el uso del CCA como material puzolánico para sustituir parcialmente al cemento, lo que no sólo ayuda a reducir el uso de cemento, sino que también reduce el costo del concreto, contribuyendo así a un desarrollo más sustentable en la industria de la construcción (Ma et al., 2023, p.1).

Considerando la problemática antes mencionada, se considera como problema de investigación: ¿Cuáles son los efectos de la incorporación de ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas y la durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque - 2024? y como objetivo general: Determinar los efectos de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas y la durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque – 2024.

Así mismo, como objetivos específico: O.E.1) Identificar las características físicas y químicas de las cenizas de cáscara de arroz para sustituir porcentualmente el cemento en el estudio de los efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque, O.E.2) Analizar la resistencia de la compresión, tracción, flexión y resistencia a la abrasión con las sustituciones del cemento en 5%, 6% y 7% por las cenizas de cáscara de arroz en el concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque, O.E.3) Comparar estadísticamente los resultados del concreto patrón y con las sustituciones del cemento por las cenizas de cáscara de arroz en la resistencia a la compresión, tracción, flexión y resistencia a la abrasión del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> fabricado en Lambayeque y O.E.4) Evaluar el comportamiento del concreto  $F'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y con el porcentaje óptimo de sustitución del cemento por la cenizas de cáscara de arroz ante los ensayos de absorción de agua, permeabilidad al Cloruro y penetración de agua.

Posteriormente, la justificación del problema se base en referencia al ámbito: a) académico, al tratarse de un estudio experimental como base para futuras investigaciones sobre el uso de la CCA como sustituto parcial en la producción de cemento, b) ambiental, ya que el uso de CCA ayuda a reducir las emisiones de gases tóxicos que normalmente se producen durante la construcción y reduce la quema incontrolada de residuos agrícolas y c) en lo técnico, debido que se centró en determinar el óptimo de la CCA incorporada para la evaluación de las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto mediante rigurosos ensayos de laboratorio.

A continuación, se describen en la Tabla 1 los antecedentes internacionales más relevantes en la investigación.

Tabla 1. *Antecedentes Internacionales*

Investigadores	T° calcinación de la cáscara de arroz	SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% Sustituciones	% óptimo	Δ Propiedades mecánicas		
					Δ f <sub>c</sub>	Δ f <sub>t</sub>	Δ M'r
(Dharmaraj et al., 2023)	700°C	93.46%	0%	7.5%	+15.52%	+16.67%	-
			2.5%				
			5%				
			7.5%				
			10%				
(Soumya Pradhan et al., 2023)	600°C	92.04%	0%	5%	+5.17%	+9.59%	+7.45%
			5%				
			10%				
			15%				
			20%				
			25%				
30%							
(Jayaraman et al., 2023)	-	86.07%	0%	5%	+4.17%	+4.04%	-
			5%				
			10%				
			15%				
			20%				
25%							
(Alyami et al., 2023)	700°C	87.05%	0%	20%	+9.38%	+9.30%	+14.04%
			10%				
			20%				
			30%				
			40%				
50%							
(Shirgire et al., 2023)	-	-	0%	5%	+3.08%	+4.87%	+7.57%
			5%				
			10%				
			15%				
			20%				
25%							
(Nduka et al., 2022)	700°C	81.99%	0%	10%	+8.25%	+28.57%	+31.82%
			5%				
			10%				
			15%				
			20%				

			25%				
			30%				
(Chaitanya et al., 2023)	800°C	-	0%	20%	+9.45%	-	-
			5%				
			10%				
			15%				
			20%				
(Rajashekhar Reddy, Harihanandh y Murali, 2021)	800°C	87.24%	0%	7.5%	+2.96%	+7.81%	+12.24%
			5%				
			7.5%				
			10%				
			12.5%				
			15%				
(Noaman et al., 2022)	-	-	0%	10%	+3.33%	-	-
			10%				
			15%				
			20%				
			25%				
(Ali et al., 2021)	800°C	-	0%	10%	+28.57%	+22.22%	+23.43%
			2.5%				
			5%				
			7.5%				
			10%				
			12.5%				
			15%				

Fuente: Elaboración propia

Nota: Resistencias del concreto; compresión (f'c), tracción (f't) y flexión (M'r)

Así también, se muestran en la Tabla 2 los antecedentes nacionales más destacados.

Tabla 2. Antecedentes Nacionales

Investigadores	T° calcinación de la cáscara de arroz	SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	R a/c	% óptimo	Δ f'c
(Montero Flores, 2019)	-	-	175 kg/cm <sup>2</sup> 210 kg/cm <sup>2</sup> 280 kg/cm <sup>2</sup>	0.766 0.702 0.599	10%	+19.20% +2.48% +2.26%
(Córdova y González, 2021)	-	-	210 kg/cm <sup>2</sup>	0.60	10%	+1.64%
(Amasifuen y Romero, 2021)	-	-	350 kg/cm <sup>2</sup>	-	0.5% cenizas de coco+0.5% CCA	-7.98%
(Dominguez y Fernández, 2020)	510°C	91.29%	280 kg/cm <sup>2</sup>	0.460	5%	+0.59%
(Correa y Maza, 2023)	900°C	70.99%	280 kg/cm <sup>2</sup>	0.558	6%	+10.79%
(Vargas, 2023)	750°C	89.83%	280 kg/cm <sup>2</sup>	0.509	7.5%	+2.65%
(Bardoza y Montenegro, 2023)	-	-	210 kg/cm <sup>2</sup> 280 kg/cm <sup>2</sup>	0.680 0.574	5%	+11.47% +6.90%
(Campos y Hoyos, 2022)	-	-	280 kg/cm <sup>2</sup>	0.409	1%	+35.29%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 1 y Tabla 2, se evidencio que tanto investigadores internacionales como nacionales hacen uso de la CCA como reemplazo del cemento, ya que este

proporciona mejoras en las propiedades mecánicas del concreto, además todo ello depende de su actividad puzolánica y porcentajes de sustituciones. Donde se observa que la temperatura con buen desempeño puzolánico oscila entre 600°C a 900°C, obteniendo la suma de los principales componentes químicos  $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$  valores que va desde 81% hasta 93%, además recomiendan usar porcentajes menores al 10% de sustitución ya que usar mayores proporciones la resistencia llega a decrecer de manera negativa, además que las combinaciones de CCA + otras cenizas no son muy favorables para usarlas en el concreto (Amasifuen y Romero, 2021, p.43).

Cabe mencionar, que también hay ensayos de durabilidad del concreto que evalúan sus comportamientos, es por ello que tanto autores internacionales como nacionales realizaron estas investigaciones, todo ello se sintetiza en la Tabla 3.

Tabla 3. *Antecedentes internacionales y nacionales-ensayos de durabilidad*

Investigadores	Ensayo de durabilidad	Dosis y/o tiempo	Observación
(Mallek et al., 2024)	Ataque a los sulfatos Absorción de agua	15 gr/l-174 semanas 68h	Realizaron concreto con adiciones de caucho donde se observó que ante los ataques a los sulfatos no presentaron muchas variaciones y que la absorción de agua aumenta o disminuye respecto al tiempo de inmersión en sulfato.
(Singh et al., 2024)	Ataque de sulfatos y a los ácidos	Solución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), sulfato de sodio ( $Na_2SO_4$ ), y sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ) al 5% de peso de agua por 180 días.	Diseñaron especímenes con cenizas volantes, la escoria granulada molida de alto horno y humo de sílice, donde algunas muestras no mostraron deterioro visible ni erosión, otras con algunas microfisuras alrededor de los bordes y desprendimiento de partículas con finas localizaciones.
(Abdalla et al., 2024)	Ataque a los sulfatos y a los ácidos	Solución de ácido clorhídrico y una solución de sulfato de sodio al 10% de peso de agua por 28, 56 y 92 días.	La adición de macrofibras de polipropileno al concreto aumenta significativamente su resistencia frente a los ataques de sulfatos y a los ácidos, aunque en menor medida.
(Kuri, Nuruzzaman y Sarker, 2023)	Ataque a los sulfatos	5% de sulfato de sodio de peso de agua durante 1,5 años.	Estudio realizado a morteros con escoria de ferrocarril, donde se observó que no tenían signo visual evidente de deterioro después de 1,5 años de inmersión en Solución de $Na_2SO_4$ .
(Noaman et al., 2022)	Ataque a los sulfatos y a los ácidos	Solución cloruro sódico ( $NaCl$ ) al 3%, sulfato sódico ( $Na_2SO_4$ ) y sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ), al 5%, ácido clorhídrico ( $HCl$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) al 1%, respecto al peso del	Realizaron muestras con sustituciones de cemento por CCA, donde hasta un 25% de sustitución mostró una resistencia de 35,62%-54,79% mayor frente al ataque de cloruros y un 0,39%-4,56% mayor frente al ataque de agua. 0,39%-4,56% mejor resistencia contra el ataque de $Na_2SO_4$ (hasta el 15% de sustitución), sin embargo, mostró una resistencia inferior frente al ataque de $MgSO_4$ en comparación con el control.

		agua, durante varios períodos de inmersión.	La absorción de CCA disminuye gradualmente al aumentar la edad de curación de 7 a 90 días.
	Absorción de agua		La porosidad de las probetas con CCA es menor que la del control. Puede deberse a un proceso de hidratación continua de los materiales cementosos.
	Porosidad		
(Abbass y Singh, 2022)	Absorción de agua	110°C-24h	El concreto con geopolímero sostenible a base de CCA es Menos absorbente de agua que el concreto convencional.
	Ataque a los ácidos	Solución de HCl al 1% del peso del agua	La resistencia al ataque ácido de las mezclas CCA es mayor que la del concreto convencional estándar.
	Penetración de iones cloruro	Concentración del 5% de CL (solución) y las muestras	La resistencia a la penetración de iones cloruro de las mezclas CCA es superior a la del concreto convencional. Las mezclas CCA experimentaron una menor profundidad de penetración de iones de cloruro, de 3 y 2 mm.
	Ataque a los ácidos	5% del peso de agua de ácido clorhídrico (HCl) diluido con Valor de pH de 2 por un período de 30 días.	A partir de los ensayos de durabilidad como el ataque ácido, alcalino y sulfato, el porcentaje de RHA aumenta el porcentaje de pérdida en la resistencia a la compresión también aumenta. Además, los ensayos de permeabilidad de cloruro y agua demuestran que el concreto tiene suficiente resistencia frente a las características de permeabilidad. De modo que ofrece una buena resistividad contra el cloruro y la permeabilidad al agua.
Ataque alcalino	5% en peso de agua de hidróxido de sodio (NaOH) durante un período de 30 días.		
Ataque de sulfato	5% de peso de agua de sulfato de sodio (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) y sulfato de magnesio (MgSO <sub>4</sub> ) por un periodo de 30 días.		
Permeabilidad al cloruro	-		
Permeabilidad al agua	-		
(Montaña y Carmona, 2015)	Permeabilidad al ión cloruro	Una reserva es llenada con una solución de 3 % NaCl y la otra con solución 0.3N NaOH.	Los resultados mostraron que el concreto con las adiciones de materiales de Metacaolín, Filler, Microsilíce y Cerámico blanco (Puzolana), aumentan la compresión, pero disminuye la permeabilidad del cloruro
(Romero, 2021)	Ataque a los sulfatos	Se añadió sulfato de magnesio en 0.001 gramo/litro.	Concluyó que el concreto elaborado con cemento tipo I es más susceptible a sufrir perjuicios cuando es expuesto a los sulfatos.
(Estrada y Velasco, 2020)	Ataque a los sulfatos	10 g/lit	Se presencio cristales de sales, de tal manera disminuye la resistencia de la durabilidad del concreto.

(Osorio, 2019)	Ataque a los sulfatos	Saturación por medio de agua de mar	Realiza probetas adicionando Nanosilice, la cual presenta un aumento en la resistencia a la compresión después de haber sido expuesto al agua de mar.
(Llallire et al.,2020)	Profundidad de carbonatación	-	Concluyeron que las estructuras frente a ambientes marinos deben tener un recubrimiento mayor a los establecido por las normas.
(Castañeda y Salguero, 2020)	Ataque a los sulfatos	50 gr de sulfato de magnesio por cada 900 ml de agua por 3 meses	Al ser sometidas las probetas al sulfato, están tienden a disminuir sus dimensiones.
	Permeabilidad de agua	-	Los resultados mostraron que la adición de nanosilice en un 0.225%, reduce la permeabilidad hasta en un 50% del concreto patrón.
(Castañeda, 2020)	Permeabilidad de agua	-	Se uso adictivos permeables al cual proporciono como resultado que las probetas tuvieron una permeabilidad de 14.06 mm, estando debajo de la permeabilidad baja.
(Gacha y Velasco, 2019)	Densidad, Absorción y Relación De Vacíos	110° ± 5°C – 24h	Con el aumento de metacaolín en el concreto, los vacíos tienden a disminuir, por ende la absorción de agua será mínima y a la vez es resistente a los cloruros.
	Permeabilidad de cloruros	-	
(Arteaga, 2018)	Penetración de cloruros	-	El concreto estándar tuvo mejores desempeños que con las adiciones de nanotubos de carbono ante los cloruros.
(Yerba, 2024)	Permeabilidad de agua	-	Se realizo uso de una adictivo permeable donde el porcentaje óptimo fue el 2% de adición y que el coeficiente de permeabilidad del concreto aumenta de manera que se añade los porcentajes.

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se consideró como bases teóricas:

**Pérdida por calcinación (%):** Pérdida de peso que experimenta una muestra cuando es sometida a un proceso de quemado (Ramadhansyah et al., 2021, p.171).

**Malla #325 (%):** Ensayo donde se determina el tamaño de partículas de un material, garantizando la calidad y consistencia de la muestra, pasando por un tamiz de 45µm y se realiza en base a la normativa NTP 334.045 (Correa y Maza, 2023, p.9).

**Densidad (g/cm<sup>3</sup>):** Propiedad física que describe la cantidad de masa de un material que se encuentra en un volumen determinado, esto puede variar dependiendo de los factores ambientales expuestas (Ali et al., 2021, p.5).

**Contenido de humedad (%):** Humedad que presenta un material en específico, permitiendo entender las características y comportamiento de las sustancias (Correa y Maza, 2023, p.9).

**Índice de actividad puzolánico (%):** Medida que evalúa la capacidad de un material puzolánico para reaccionar con el cal y formar combinaciones de silicato de calcio hidratado, siendo responsables de la resistencia y durabilidad del concreto (Vargas, 2023, p.85).

**Composición química (%):** Es la identificación de los elementos químicos que presenta un material, esto puede variar dependiendo del método de obtención de la sustancia (Sua-iam et al., 2019, p.3).

**Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>):** Capacidad que presenta un material al ser sometida a cargas externas. Se mide como la máxima presión que el material puede soportar sin experimentar deformaciones o fallas (Amasifuen y Romero, 2021, p.23).

**Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>):** Mide el máximo esfuerzo que puede presentar el concreto sin experimentar fallas, la cual se aplica una carga de compresión en un plano inclinado (Suclupe et al. 2024, p.3702).

**Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>):** Detalla la capacidad que resiste un material al ser sometido a fuerzas de compresión que intentan flexionarlo o doblarlo, esto varía dependiendo de las condiciones específicas de la aplicación (Mohan y P. 2022, p.3717).

**Resistencia a la abrasión (%):** Es la capacidad de un material que tiene a resistir el desgaste y la pérdida de material debido a la fricción con las esferas abrasivas.

**Variación de las propiedades mecánicas:** Mide la comparación del concreto patrón con el modificado mediante pruebas de resistencias (Suclupe et al. 2024, p.3704).

**Durabilidad del concreto:** Es la capacidad para mantener sus propiedades originales a lo largo del tiempo, de tal manera no experimente algún deterioro significativo debido a los factores ambientales, contacto con químicos, entre otros (Chen et al., 2024, p.3).

**Absorción de agua (%):** Es la capacidad que tiene una estructura para absorber agua y ser retenida en sus poros, la cual puede ocasionar daños al concreto (Hamada et al., 2023, p.3).

**Permeabilidad al cloruro:** Es un parámetro que evalúa la durabilidad del concreto, especialmente en estructuras expuestas a ambientes agresivos, como estructuras en suelos salinos o en ambiente marino (Tanu y Unnikrishnan, 2023, p.2).

**Carga pasada en culombios (C):** Es el indicador del ensayo de permeabilidad al cloruro, la cual se realiza aplicando un voltaje constante durante un tiempo determinado y se mide la cantidad de carga que pasa (Noaman et al., 2022, p.10).

**Penetración de agua:** Capacidad del agua que tiene para entrar a una estructura con presencia de poros o grietas, esto se debe a la relación agua cemento, tipo de cemento, condiciones ambientales, entre otros (Abbass y Singh, 2022, p.4).

**Profundidad de agua (mm):** Es la distancia que el agua puede penetrar en el concreto y evaluar su durabilidad y su resistencia en el agua (Harihanandh y Rajashekhar, 2022, p.1796).

## II. METODOLOGÍA

La investigación corresponde al tipo aplicada con orientación en un enfoque cuantitativo, lo cual permite la recolección, análisis e interpretación de datos que permiten conocer los efectos de la CCA como sustituto parcial del cemento sobre las propiedades mecánicas y la durabilidad de un concreto convencional. El diseño de investigación corresponde a experimental, concretamente al tipo cuasiexperimental considerando un grupo control; esto implica la comparación de concretos convencionales con diversas proporciones de CCA tomando en referencia el grupo control sin ninguna proporción de CCA.

La duración de la investigación se basó durante 4 meses en el área demográfica del distrito de Chiclayo, provincia de Lambayeque, donde se efectuaron las pruebas de caracterización físico-químicas para conocer las propiedades de la CCA, permitiendo su clasificación idónea. Para el caso de las propiedades físico-mecánicas (compresión y tracción) se efectuaron 40 probetas cilíndricas de 30cm x 15cm; en el caso de la resistencia a la flexión se efectuaron 40 especímenes de vigas de 15cm x 15cm x 55 cm y para el caso de la resistencia a la abrasión se realizaron 40 cubos de 5cm x 5cm. Finalmente se analizaron a los 7, 14 y 28 días, donde las muestras con porcentaje óptimo de CCA como sustituto del cemento y se le efectuaron ensayos de durabilidad para conocer los efectos alcanzados.

La población objeto de estudios se encontró limitada y conformada por un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, que es elaborado con agregado grueso de la cantera Pacherras y agregado fino de la cantera la Victoria, cemento Pacasmayo-Tipo 1 y se consideró la sustitución parcial del cemento por CCA en proporciones de 5%, 6% y 7%. Durante su elaboración se tuvieron en cuenta las especificaciones normativas y determinadas en los instrumentos de recolección de datos para lograr una adición controlada de la incorporación de CCA en el concreto. Para el muestreo se consideró el tipo no probabilístico que permite seleccionar muestras particulares para la indagación. Respecto, a los criterios de inclusión se consideraron exclusivamente para las muestras de concreto convencional modificado con CCA en las proporciones antes mencionadas logrando determinar el porcentaje óptimo de sustitución, mientras que los criterios de exclusión descartan todo espécimen con incorporaciones fuera de rango establecido.

Correspondiente a las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se consideró el método de observación directa para registrar toda información obtenida de las muestras evaluadas en el laboratorio mediante una guía de observación, mientras que los ensayos de caracterización físico-químicas de la CCA se obtuvo mediante la observación indirecta mediante la obtención de una ficha de resultados.

Para el análisis de datos, se utilizó la estadística inferencial implementada a través del software SPSS, en el laboratorio de cómputo de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, que dispone de una licencia institucional vigente. Este enfoque permitió determinar las correlaciones entre los parámetros establecidos y las propiedades mecánicas de los especímenes de concreto, proporcionando un análisis riguroso del efecto de dichas correlaciones. Se aplicó el diseño complementario al azar o aleatorio, debido que la variable es cuantitativa y compararon más de dos grupos independientes donde el  $p_{valor}$  se comparó con el valor de  $\alpha$  con el objetivo de evaluar el cumplimiento de los supuestos de normalidad, donde si se compruebe que el  $p < 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se procede a verificar la homocedasticidad, donde si se obtuvo  $p < 0.05$  se rechaza la  $H_0$  demostrando que los datos son heterogéneos. De cumplir ambos supuestos, se realiza el análisis de varianza (ANOVA), donde si  $p < 0.05$ , se aceptó la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) y se lleva a cabo pruebas post-hoc, (test estadísticos de Tukey).

En este estudio se respetaron estrictamente los principios fundamentales de la ética. En cuanto al principio de beneficencia, los resultados obtenidos contribuyen a la promoción del conocimiento y la investigación académica en la región Lambayeque – Perú, sin ningún valor de lucro. Respecto al principio de autonomía, se respetó plenamente la voluntad de los participantes, permitiéndoles decidir libremente participar o retirarse en cualquier momento. Respecto a la justicia, se garantiza a todos los participantes un trato justo y no existen excepciones que puedan afectar el normal desarrollo de la investigación. Por último, de acuerdo con el principio de no maleficencia, se deberán tomar medidas para reducir los riesgos potenciales y garantizar la salud física y mental del personal afectado.

### III. RESULTADOS

#### Resultados del OE1

Tabla 4. Características físicas de la CCA

Descripción	Resultados	ASTM-C618/NTP 334.104
T (°C)	<u>Pérdida por calcinación (LOI)</u>	6%
800°	3.4%	
900°	2.8%	
Cemento	3.1%	
Malla #325	30.02%	34%
	<u>Densidad</u>	-
Cemento Pacasmayo (TIPO I)	3.12 gr/cm <sup>3</sup>	
CCA	2.29 gr/cm <sup>3</sup>	
Contenido de humedad	1.75%	3%
	<u>Índice de actividad puzolánico</u>	
7 días	79%	> 75%
28 días	88%	> 75%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4, indicó que se permiten una pérdida máxima del 6%, por lo que los valores obtenidos a 800°C y 900°C se encuentran dentro de los límites aceptables. La densidad de la CCA es de 2.29 g/cm<sup>3</sup>, indicando que es un material más, además los valores del índice de actividad puzolánico son superiores al mínimo exigido.

El análisis de los resultados evidenció que las características físicas de CCA cumplen con los estándares normativos, evidenciando una adecuada finura, baja humedad y una reactividad puzolánica favorable, es decir, pertenece a la Clase F y su incorporación en la mezcla de concreto permite mejorar las propiedades mecánicas y la durabilidad, además de su rendimiento al ser un material más liviano en comparación con el cemento tradicional.

Tabla 5. Características químicas de la CCA

Elementos químicos (%)	T° a 800°C	T° a 900°C	Cemento Pacasmayo – Tipo I
SiO <sub>2</sub>	71.58 %	45.79 %	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.28 %	15.71 %	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.73 %	2.91 %	-
CaO	6.76 %	12.92 %	-
K <sub>2</sub> O	4.08 %	2.28 %	-
MgO	2.89 %	0.97 %	2.1 %
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.19 %	0.72 %	-
CuO	0.06 %	0.22 %	-
SO <sub>2</sub>	0.56 %	0.06 %	2.7 %
ZnO	0.08 %	0.215 %	-
MnO	0.16 %	0.038 %	-
<b>SiO<sub>2</sub>+ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	<b>82.59%</b>	<b>64.41 %</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 5 mostró que, a diferencia de la calcinación a 900°C, la cáscara de arroz calcinada a 800 °C durante 3 horas alcanza valores óptimos de óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido de Aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), y óxido ferroso (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), siendo estos los elementos principales que suman el 82,59%, lo que proporciona una mayor concentración de compuestos cementantes.

El análisis de los resultados evidenció que la CCA a 800°C obtiene una mejor proporción de óxidos puzolánicos (SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), permitiendo aumentar la actividad puzolánica del material, además que al ser mayor del 70% se convierte evidentemente en una ceniza volante de clase F, mientras que la disminución de la proporción de estos óxidos a 900°C indica que la calcinación a temperaturas más altas es perjudicial para la reactividad de la puzolana.

### Resultados del OE2:

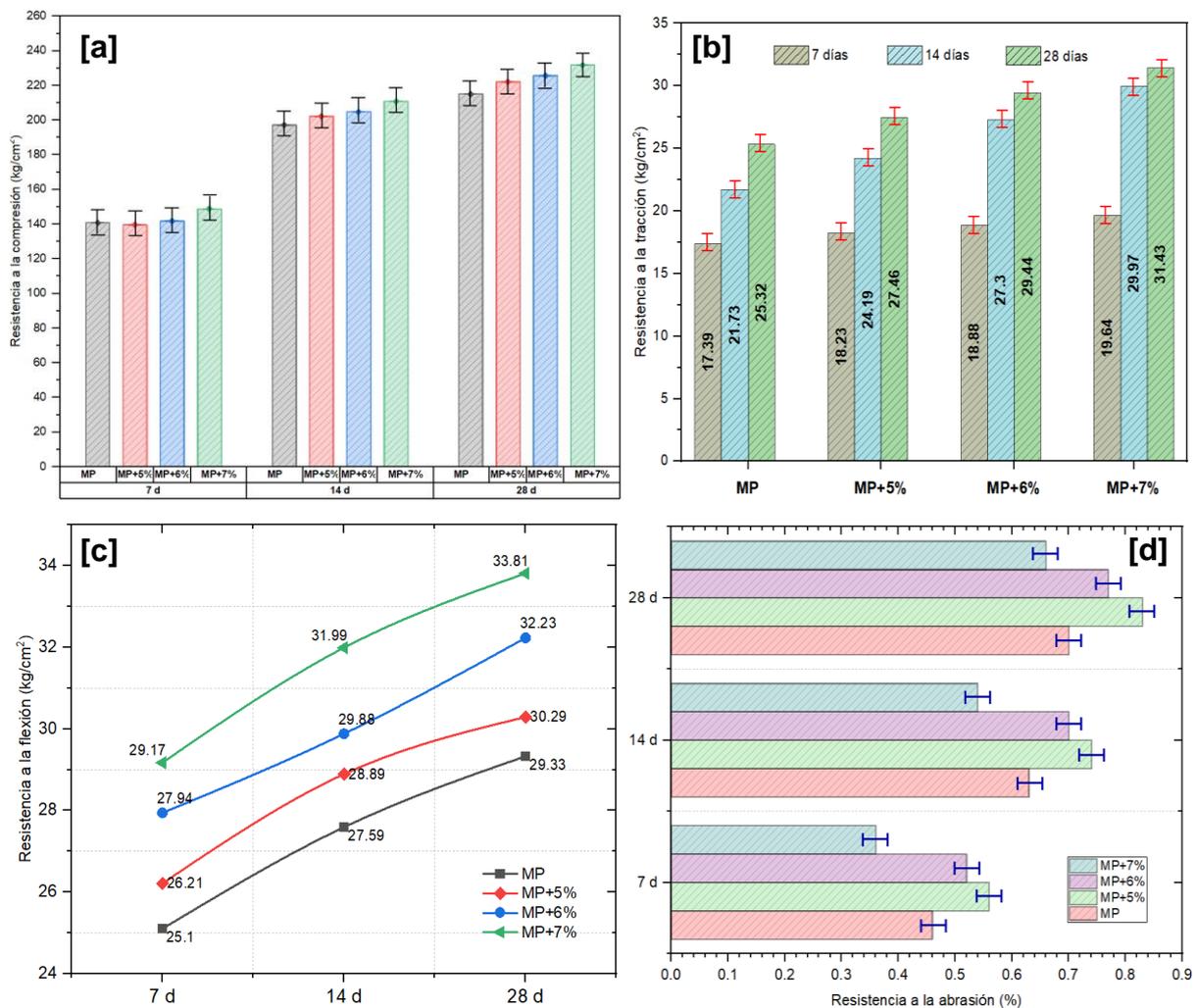


Figura 1. Propiedades mecánicas del concreto patrón vs experimentales.

Nota: Resistencia; [a] Compresión, [b] Tracción, [c] Flexión y [d] Abrasión

La Figura 1, sintetiza los valores obtenidos de la evaluación de los ensayos mecánicos del concreto patrón y experimentales, donde se reemplaza el cemento por CCA en proporciones de 5%, 6% y 7% de su peso y se identificaron variaciones porcentuales en las propiedades mecánicas que a media que aumentaban los días de curado, estas aumentaba sus valores , siendo el 7% de CCA quien mantuvo mayor relevancia frente a los porcentajes de 5% y 6%, alcanzando valores de compresión de 7.79%, la tracción indirecta fue de 24.13%, la flexión también aumento en 15.27% y en la abrasión se evidencio un menor desgaste de 5.71% a comparación de las muestras restante, todo estas variaciones se da con los 28 días de curado, todo ello se muestra en la Figura 2.

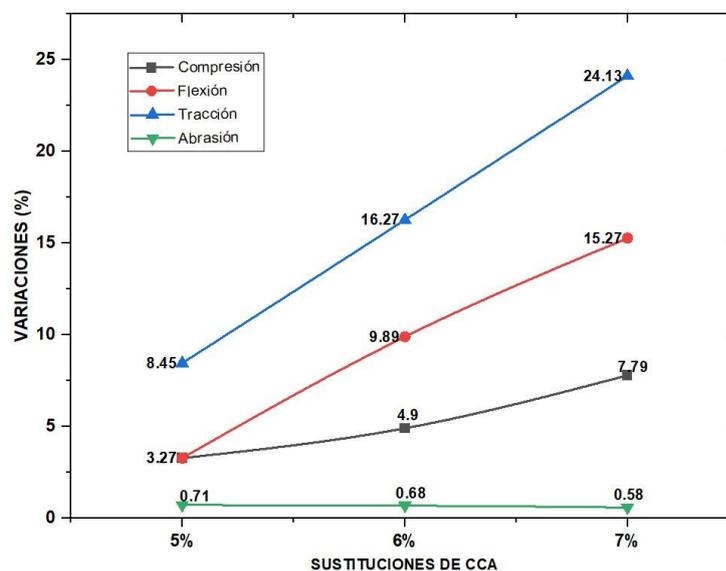


Figura 2. Variaciones porcentuales de las propiedades mecánicas respecto de la muestra patrón

El análisis de los resultados evidenció que el porcentaje óptimo se obtiene con 7% de CCA, esto se debe a la adecuada adherencia que tuvo la CCA con el cemento, ya que según su estudio químico presente un alto contenido de óxido de sílice, cual indicaría que tiene propiedades puzolánicas, siendo eficaz su uso en el concreto, de tal manera proporcionando una mejor resistencia por sus compuestos cementantes.

### Resultados del OE3:

La sustitución óptima se obtuvo mediante ensayos de las propiedades mecánicas y se corroboraron mediante los análisis estadísticos, la cual se sintetiza a continuación:

Tabla 6. *Análisis estadístico-propiedades mecánicas del concreto (28 días)*

Pruebas Paramétricas (Sig.)	Propiedades mecánicas del concreto			
	Compresión	Tracción	Flexión	Abrasión
Normalidad Shapiro-Wilk	0,900	0,529	0,793	0,738
Homocedasticidad	0,996	0,013	0,878	0,296
Anova	0,000	0,000	0,000	0,018

Fuente: Elaboración propia basandose de los resultados del programa SPSS.

Se observa en la Tabla 6, que la prueba de Shapiro Wilk de las propiedades mecánicas presentan una distribución normal entre ellos, ya que su  $\rho_{valor} > 0,05$ , esto quiere decir que no hay mucha variaciones en las probetas ensayadas, es por ello que se realiza la homocedasticidad a todos, de tal manera demostrando la homogeneidad de varianza en la compresión, flexión y abrasión donde  $\rho_{valor} > 0,05$ , mientras que la tracción presenta heterogeneidad ya que tiene  $\rho_{valor} < 0,05$ ; posteriormente se aplica la prueba ANOVA con el fin de encontrar diferencias entre sus medias, pero como existe presencia de homogeneidad en la compresión, flexión y abrasión se aplicará la prueba POST HOC de Tukey, mientras que en la tracción de aplico la prueba de Games Howell, donde al realizar estas pruebas se demostró que el porcentaje óptimo sigue siendo el 7%. de CCA.

### Resultados del OE4:

Para determinar la durabilidad del concreto se utilizaron tres muestras por dosificación, con las cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

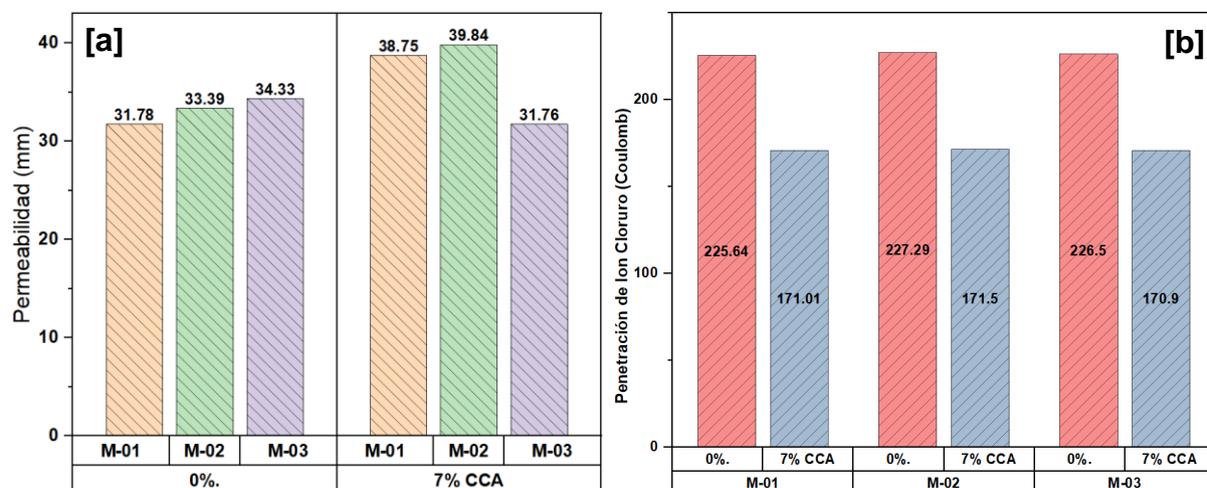


Figura 3. Permeabilidad y penetración de Ion Cloruro del concreto a los 28 días

Nota: [a] Penetración de agua bajo presión (permeabilidad) y [b] Penetración de Ion Cloruro

En la Figura 3 (a) se observó la permeabilidad del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> a una edad de 28 días, donde la M-01 y M-02 con la adición de 7% de CCA incrementa la permeabilidad un 22% y 19%, mientras que la M-03 evidencio una reducción del 7%, logrando un impacto promedio de la penetración de agua bajo presión con 7% de CCA indica un aumento de 33.16 mm a 36.78 mm.

Por otro lado, en la Figura 3 (b) se determinó que al añadir 7% CCA la penetración de ion de cloruro tiende a disminuir significativamente entre [24-25]% en todas las muestras de concreto, alcanzando valores promedio de 226.48 coulombs para el concreto patrón y 170.90 coulombs para el concreto con sustitución de 7% de CCA.

El análisis de los resultados señalo que la incorporación del 7% de CCA genera valores elevados de permeabilidad en la mayoría de las muestras de concreto afectando su capacidad para resistir la penetración de agua debido a una menor compactación que conllevo a la existencia de una mayor porosidad en la microestructura del concreto. Por otro lado, indica una mejora promedio de 24.4% en la resistencia a la penetración de cloruros que según la ASTM C1202 se considera muy baja [100-1000 coulombs] debido que las partículas finas de CCA rellenan los poros de la matriz de la mezcla de concreto contribuyendo a un proceso de hidratación más completo.

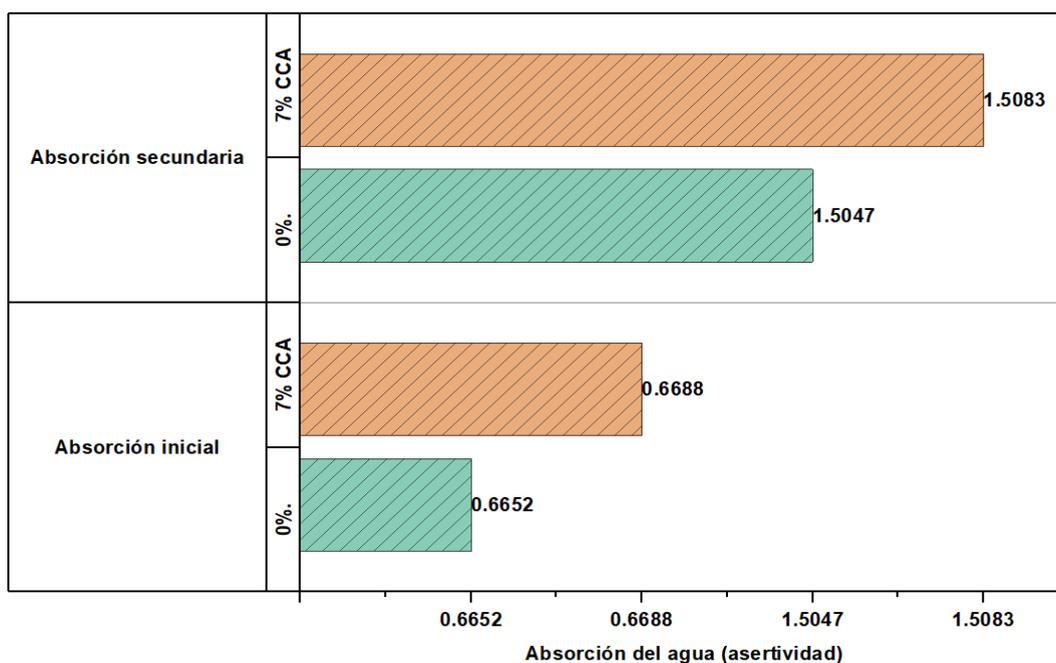


Figura 4. Absorción del agua del concreto a los 28 días

Mediante la Figura 4 se demostró que la absorción del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> presenta variaciones mínimas, alcanzando 1.5047 de absorción final del concreto patrón y del concreto con sustitución de 7% de CCA fue de 1.5083, lo cual indica que hubo un incremento del 0.2%.

El análisis de los resultados mostró que con 7% de CCA no hubo cambios importantes en la microestructura del concreto en términos de porosidad accesible al agua, siendo la absorción del concreto menor a la absorción con CCA, lo cual indica que tiene una matriz más densa y por ende una menor capacidad de absorber agua, y aunque sus variaciones son mínimas podría indicar la posibilidad de lograr una mayor susceptibilidad de ingreso de agua a largo plazo.

#### IV. DISCUSIÓN

La Tabla 4 evidencia los resultados obtenidos de las características físicas de CCA al ser sometida a un proceso de molienda por una duración de 45 min, siendo la finura una de sus características importantes que se efectúa mediante el ensayo de malla #325 logrando un valor de 30.02%, de forma similar (Correa y Maza, 2023) obtuvieron un valor de 30.41% en 30 min, esta variación se debe al tiempo de molienda en los procesos y al obtener alta finura se reduce los vacíos permitiendo una mejor compactación y creando un material cementoso que endurece se adhiere de forma correcta. En ese sentido también se tiene otros factores como el índice de actividad puzolánica donde a 28 días se obtuvo 88% siendo así que (Dharmaraj et al., 2023) alcanzó una actividad puzolánica de 97%. Mientras que en relación a su contenido de humedad se logró un valor de 1.75%, a su vez (Alyami et al., 2023; Jayaraman et al., 2023) alcanzaron entre 2%-2.24%. Por lo tanto, la variabilidad de los resultados se puede atribuir a factores como la duración del proceso de molienda y las condiciones de calcinación (temperatura y tiempo), donde tanto la finura de la actividad puzolánica como el contenido de humedad del CCA están fuertemente influenciados por las condiciones del proceso. Es importante optimizar estos factores para asegurar que el CCA desempeñe el papel de puzolana en la mezcla de concreto y así mejore sus propiedades mecánicas y su resistencia.

En relación a las características químicas de la CCA se muestra en la Tabla 5 que sus óxidos puzolánicos más relevantes que genera la reacción química dependen de la composición química de  $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ , donde se logró a 800°C un 82,59% de concentración, mientras que a 900 °C se alcanzó un valor inferior de 64,41%. Estos resultados son similares con los señalados por (Ali et al., 2021; Chaitanya et al., 2023; Rajashekhar Reddy, Harihanandh y Murali, 2021) quienes a una temperatura de 800°C alcanzaron valores entre 81.99% y 87,24%, mientras que los resultados obtenidos por (Alyami et al., 2023; Nduka et al., 2022) a una temperatura de 700°C obtuvieron 86%, 87,05% y 81.99%. Sin embargo (Dharmaraj et al., 2023; Soumya Pradhan et al., 2023) obtuvieron 93.46% a 700°C y 92.04% a 600°C). Por ende, se considera que tanto el tiempo y la temperatura de incineración son factores influyentes en los componentes químicos de la CCA, además de otros factores como tiempo de incineración y las condiciones en que se efectuó el proceso, lo cual permite garantizar

su calidad y lograr una adecuada concentración de compuestos puzolánicos que permitan la compatibilidad con los compuestos cementantes.

Respecto a los resultados de la resistencia a la compresión se muestra en la Figura 1-a, en la cual se observa que el porcentaje óptimo de sustitución de cemento por CCA es el 7%, dando una resistencia a los 28 días de 231.82 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto control tuvo 215.07 kg/cm<sup>2</sup>, donde el concreto experimental tuvo un aumento de 7.79% en su resistencia. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por (Vargas, 2023) y (Dharmaraj et al., 2023), donde su porcentaje óptimo fue el 7.5%, la cual aumentan sus resistencia en 2.65% y 15.52% respectivamente. Por otro lado tenemos a (Correa y Maza, 2023), donde su porcentaje óptimo fue el 6%, la cual su resistencia a la compresión aumento en 10.79% respecto a la muestra patrón. Por otro lado tenemos a (Bardoza y Montenegro, 2023), (Soumya Pradhan et al., 2023), (Jayaraman et al., 2023) y (Shirgire et al., 2023) donde su porcentaje óptimo fue el 5%, donde tuvieron un aumento de resistencia en 11.47%, 5.17%, 4.17% y 3.08% correspondientemente, así mismo tenemos a (Montero Flores, 2019) y (Córdova y González, 2021), donde tuvieron como porcentaje óptimo al 10%, la cual aumentaron su resistencia a la compresión en 2.48% y 1.64%, esto de debe a la CCA presenta una adecuada actividad puzolánica.

Así mismo, la resistencia a la tracción indirecta se resume en la Figura 1-b, se detalla que con el 7% de CCA se obtiene mejores resultados a diferencia del concreto control, donde este tuvo una resistencia de 25.32 kg/cm<sup>2</sup> mientras que con el 7% fue de 31.43 kg/cm<sup>2</sup>, aumentando en 24.13%, esto se asemeja a los resultados obtenido por (Rajashekhar Reddy, Harihanandh y Murali, 2021), donde tuvo como porcentaje óptimo al 7.5%, la cual aumento la tracción en 2.96%, respecto al concreto patrón. Para (Correa y Maza, 2023) su porcentaje óptimo fue el 6% de CCA, donde su concreto patrón fue de 24.13 kg/cm<sup>2</sup> y de su porcentaje óptimo fue de 28.93 kg/cm<sup>2</sup> aumentando un 19.89% en su resistencia, mientras que (Bardoza y Montenegro, 2023) y (Dominguez y Fernández, 2020) aumentaron sus resultados con el 5% de sustitución de cemento por CCA, en un 6.97% y 6.96% en su resistencia a la tracción, todo ello respecto al concreto patrón. Mientras que (Ali et al., 2021), su porcentaje adecuado fue el 10% de sustitución, donde aumento la resistencia hasta en un 22.22%, sin embargo al adicionarse mayor porcentaje la resistencia llega a disminuir.

En la Figura 1-c, describe los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión, donde se detalla que el porcentaje adecuado es el 7% de CCA, llegando a aumentar la resistencia hasta en un 15.27% respecto a la muestra patrón, siendo semejantes a lo hallado por (Vargas, 2023) y (Rajashekhhar Reddy, Harihanandh y Murali, 2021) donde su porcentaje óptimo fue el 7.5% de CCA, llegando a incrementar la flexión en 3.77% y 12.24%, respectivamente, mientras que (Correa y Maza, 2023) con el 6% aumenta en 11.46% a diferencia de la muestra control. Por otro lado tenemos (Bardoza y Montenegro, 2023), (Soumya Pradhan et al., 2023) y (Shirgire et al., 2023), los cuales en su investigación concluyen que el porcentaje óptimo es el 5%, donde su resistencia a la flexión ascienden hasta en 3.46%, 7.45% y 7.57%, todo ello respecto a la muestra control en los 28 días de curado, pero sin embargo (Nduka et al., 2022) y (Ali et al., 2021) al sustituir en 10% lograron resultado que aumentaron la resistencia en 31.82% y 23.43%, de tal manera indicando que al añadir mayor porcentaje al 10% de CCA la resistencia se ve afectada conduciendo al descenso de esta y siendo la muestra control la más favorable.

De igual forma en la Figura 1-d, se detalla los resultados de la resistencia de abrasión, la cual se realizaron en cubos de 10cm x10cm, y se curaron en 7, 14 y 28 días, para luego realizar el ensayo, de tal manera se determinó cual es el porcentaje que al ser sometido a estas revoluciones tiene menos desgaste. Donde como resultado a los 28 días se obtuvo que la muestra patrón tuvo un desgaste de 0.70%, mientras que con el 5% de CCA fue de 0.83%, con el 6% fue 0.77%, mientras que con el 7% fue de 0.66%, todo ello respecto a su peso inicial, de tal manera se tiene que el porcentaje que presenta mayor resistencia a la abrasión fue la sustitución del 7% de CCA, presentando una variación de desgaste de 5.71% en comparación con las demás muestras, esto se debe a la adecuada adherencia que existe entre el cemento y la CCA, proporcionando componentes cementantes que hacen llenar vacíos y formar una estructura más sólida y resistente.

Del análisis estadístico realizado a las propiedades mecánicas a los 28 días, se obtuvo como resultado que la compresión, tracción, flexión y abrasión presentaron una distribución normal en los resultados obtenidos de las roturas, ya que tuvo una significancia  $\geq 0.05$ , de tal manera se procedió a realizar la prueba paramétrica de homocedasticidad, donde la compresión tuvo una significancia de 0,996, tracción de 0,013, la flexión en 0,878 y la abrasión de 0,296. Donde la compresión, flexión y abrasión fueron mayores 0,05, presentando así homogeneidad en sus valores,

mientras que la tracción hubo heterogeneidad, pero sin embargo se ejecutó el análisis de varianzas (ANOVA), donde todos estos tuvieron una significancia  $\leq 0.05$ , por ello en la compresión y flexión se realizó la prueba POST HOC de Tukey y en la tracción fue de Games Howell, dando como resultado que el porcentaje que aumenta mayor resistencia sigue siendo el 7% de CCA. Por otro lado tenemos a (Correa y Maza, 2023), donde también sus resultados de las resistencias de la compresión, flexión y tracción tuvieron una distribución normal, homogeneidad y en su Anova también una significancia  $\leq 0.05$ , es por ello que realizaron la prueba de POST HOC de Tukey a estos, mientras que en su módulo elástico fue de Games Howell, ya que presentó heterogeneidad en los datos, de tal manera indicando que su porcentaje óptimo fue el 6% de CCA, de tal manera corroborando con lo obtenido en los ensayos mecánicos.

Finalmente se realizaron las pruebas de durabilidad del concreto convencional y con el porcentaje óptimo de sustitución, donde en la Figura 3-a muestra los resultados obtenidos de la prueba de permeabilidad de agua, la cual detalla que con el porcentaje de 7% de CCA se incrementa la permeabilidad un 22% y 19% en dos muestras, mientras que la tercera muestra evidenció una reducción del 7%, logrando un impacto promedio de la penetración de agua bajo presión con 7% de CCA indicando un aumento de 33.16 mm a 36.78 mm, mientras que con el concreto sin adición se mantiene en la permeabilidad estando debajo de la muestra experimental, estos resultados son comparados con los obtenidos por (Castañeda, 2020) donde usaron aditivos permeables al cual proporcionó como resultado que las probetas tuvieron una permeabilidad de 14.06 mm, estando debajo de la permeabilidad baja, mientras que (Castañeda y Salguero, 2020), usaron como aditivo al nanosilice, la cual el porcentaje óptimo fue en un 0.225%, de tal manera reduce la permeabilidad hasta en un 50% del concreto patrón, esto nos da a entender que al usar aditivos nos proporciona mejores resultados y mejora la permeabilidad del concreto.

En la Figura 3-b, se detalla los resultados obtenidos de la penetración del Ion cloruro, la cual con el 7% de CCA mejora la resistencia, disminuyendo significativamente entre [24-25]% en todas las muestras de concreto, alcanzando valores promedio de 226.48 coulombs para el concreto patrón y 170.90 coulombs para el concreto con sustitución, indicando una mejora en la resistencia a la penetración de cloruros, clasificándola como muy baja [100-1000 coulombs] debido que las partículas finas de CCA rellenan los poros de la matriz de la mezcla de concreto contribuyendo a un proceso de

hidratación más completo. Esto es corroborado por (Abbass y Singh, 2022), donde nos indica que la resistencia a la penetración de iones cloruro de las mezclas CCA es superior a la del concreto convencional, las mezclas CCA experimentaron una menor profundidad de penetración de iones de cloruro, de 3 y 2 mm. Mientras que (Montaña y Carmona, 2015), mostraron que el concreto con las adiciones de materiales de Metacaolín, Filler, Microsílice y Cerámico blanco (Puzolana), aumentan la compresión, pero disminuye la permeabilidad del cloruro y (Arteaga, 2018) en sus resultados obtenidos indica que el concreto estándar tuvo mejores desempeños que con las adiciones de nanotubos de carbono ante los cloruros.

Respecto a los resultados de absorción de agua se muestra en la Figura 4 que con 7% de CCA no hubo cambios importantes, siendo la absorción del concreto menor a la absorción con CCA, lo cual indica que tiene una matriz más densa y por ende una menor capacidad de absorber agua, estos resultados se asemejan a los obtenidos por (Abbass y Singh, 2022), donde explica que el concreto con geopolímero sostenible a base de CCA es menos absorbente de agua que el concreto convencional debido a sus componentes cementantes que presenta la CCA y al combinarse con el cemento mejora las propiedades del concreto. Así mismo (Noaman et al., 2022) demuestra que la porosidad de las probetas con CCA es menor que la del control. Puede deberse a un proceso de hidratación continua de los materiales cementosos, mientras que (Mallek et al., 2024), realizaron concreto con adiciones de caucho donde se observó que la absorción de agua aumenta o disminuye respecto al tiempo de inmersión en sulfato.

## V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y analizados se concluye que:

- La CCA presento características físicas adecuadas con los requerimientos normativos, permitiendo así su uso en el concreto, y además que la temperatura óptima fue a los 800°C presentando que la suma de los principales componentes químicos es de 82.59%, esto lo convierte en puzolana clase F.
- Los mejores resultados en las propiedades mecánicas fueron con el 7% de sustitución de CCA, siendo este el porcentaje óptimo, donde la compresión, tracción y flexión aumenta en 7.79%, 24.13%, 15.27%, respectivamente, mientras que en la abrasión tuvo un desgaste de 0.66%, siendo menor a los demás.
- El análisis estadístico indico que la resistencia a la compresión, tracción, flexión y abrasión, presentaron valores significativos con el 5% y 6% de CCA, mientras que con el 7% de sustitución se obtuvo valores altamente significativos a los 28 días de curado, de tal manera dando como porcentaje óptimo al 7% de CCA.
- La adición de 7% CCA aumenta la permeabilidad y absorción del agua debido a una mayor porosidad, pero contribuye a mejorar un 24.4% la capacidad de resistencia ante la penetración de cloruros, clasificada como muy baja según la ASTM C1202. Estos diferentes comportamientos obtenidos indican que debe efectuarse un ajuste en el diseño de la mezcla para mitigar los efectos.

## VI. RECOMENDACIONES

Considerando lo obtenido en la presente investigación se recomienda:

- Realizar la molienda de la CCA en tiempos mayores a 50 min, de tal manera se obtenga muestras similares a la del cemento, además se propone realizar un ensayo granulométrico a la CCA y al cemento con las mallas más finas. Según (Correa y Maza, 2023, p.19) nos da a entender que la finura de la CCA debe ser similar a la del cemento de tal manera que al combinarse pueda adherirse adecuadamente.
- Realizar un estudio microestructural del concreto patrón y con el porcentaje óptimo de sustitución de CCA, de tal manera se obtenga un estudio más interno del comportamiento del concreto, la cual es respaldado por (Wang et al., 2022, p.841), donde nos explica que el estudio microestructural nos proporciona datos acerca de la adherencia de la CCA al concreto y su resistencia a altas temperaturas.
- Realizar un análisis estadístico a las propiedades de durabilidad del concreto, tanto de la muestra control como el de porcentaje óptimo, según (Correa y Maza, 2023, p.17), la parte estadística nos ayuda a demostrar de una manera más descriptiva los resultados obtenidos a partir de los ensayos realizadas a las muestras.
- Evaluar la durabilidad del concreto con CCA en sus diferentes edades (7,14, 28 días a más) con los diversos porcentajes empleados para lograr maximizar los resultados, lo cual es respaldado por (Abbass y Singh, 2022, p.1), donde nos indica que un análisis más detallado de las propiedades de durabilidad del concreto permite maximizar los beneficios y conocer las desventajas, especialmente en ambientes agresivos.

## REFERENCIAS

ABBASS, Mahapara y SINGH, Gyanendra. Durability of rice husk ash and basalt fibre based sustainable geopolymer concrete in rigid pavements. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. 23 de febrero de 2022, vol. 61, pp. 558-570. [Fecha de consulta: 04 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.196>. ISSN: 2214-7853

AHSAN, Mohammad y HOSSAIN, Zahid. Supplemental use of rice husk ash (RHA) as a cementitious material in concrete industry. *Construction and Building Materials* [en línea]. 30 de julio de 2018, vol. 178, pp. 1-9. [Fecha de consulta: 05 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.101>. ISSN 0950-0618

AMASIFUEN, Romer y ROMERO, Jesabel. Diseño de concreto de alta resistencia con aplicaciones de ceniza de coco y ceniza de cascarilla de arroz, para mejorar su resistencia a la compresión, San Martín – 2020 [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú, 2021. Disponible en: [http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1649/AMASIFUEN\\_PASHANASI\\_ROMER\\_ELDER\\_Y\\_ROMERO\\_LOPEZ\\_JESABEL\\_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1649/AMASIFUEN_PASHANASI_ROMER_ELDER_Y_ROMERO_LOPEZ_JESABEL_TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

ARTEAGA, Carlos. Estudio de la penetración de cloruros en concretos elaborados con diferentes tipos de cemento y adición de nanotubos de carbono [en línea]. Tesis (Maestro en Construcción). México: Instituto tecnológico de Chetumal, 2018. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/513?locale=pt>.

ASFAW, Firew, HARERU, Werku y GHEBRAB, Tewodros. Physical and Chemical Characterization of Coffee Husk Ash Effect on Partial Replacement of Cement in Concrete Production. *International Journal of Sustainable Construction Engineering and Technology* [en línea]. 16 de mayo de 2022, vol. 13, no. 1, pp. 167-184. [Fecha de consulta: 08 de julio de 2024]. Disponible en: <https://publisher.uthm.edu.my/ojs/index.php/IJSCET/article/view/9509/4982>. ISSN: 2600-7959.

Assessing the influence of sugarcane bagasse ash for the production of eco-friendly

concrete: Experimental and machine learning approaches por Sobuz Habibur [et al]. Case Studies in Construction Materials [en línea]. Julio 2024, vol. 20, pp. 1-23. [Fecha de consulta: 02 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02839>. ISSN: 2214-5095

BAGCAL, Orlando y BACCAY, Melito, 2019. Effect of maize cob ash as supplementary cementitious material on the mechanical properties of concrete. International Journal of Materials Engineering Innovation [en línea]. 15 de mayo de 2019, vol. 10, no. 2, pp. 83-97. [Fecha de consulta: 14 de julio de 2024] Disponible en: <http://www.inderscience.com/link.php?id=99788>. ISSN: 1757-2754

BARDOZA, Deyvis. y MONTENEGRO, Freddy. Asfalto reciclado y ceniza de cáscara de arroz para mejorar las propiedades mecánicas del concreto [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2023. Disponible en: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11875>.

CAMPOS, Mikel y HOYOS, Edduar. Uso de ceniza de cáscara de arroz para mejorar la resistencia a la compresión y flexotracción del concreto  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CASTAÑEDA, Fernando. Efecto del aditivo SikaCem Impermeable y Sika WT-100 en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para cimentación [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CASTAÑEDA, Luis. y SALGUERO, Claudia. Diseño y evaluación de concreto resistente a sulfatos mediante la adición de nanosílice para la construcción de canales en la costa norte: Caso Chavimochic Etapa I [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Lima.: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2020. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652758>.

CÓRDOVA, Edgar. y GONZÁLEZ, Angel. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo parcialmente el cemento portland por cenizas de cascarilla de arroz [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Piura: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_R\\_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CORREA, Yheral. y MAZA, Jose. Influencia de la ceniza de cáscara de arroz en las propiedades mecánicas del concreto  $F'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, Lambayeque [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2023. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_R\\_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

DINESHKUMAR, R. y BALAMURUGAN, P. Behavior of high-strength concrete with sugarcane bagasse ash as replacement for cement. Innovative Infrastructure Solutions [en línea]. 12 de enero de 2021, vol. 6, no. 63, pp. 1-12. [Fecha de consulta: 11 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s41062-020-00450-4>. ISSN: 2364-4184

DOMINGUEZ, Maryorie y FERNÁNDEZ, Cecilia. Propiedades mecánicas del concreto  $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup> para pavimento al sustituir el cemento por cenizas de cascarilla de arroz en 5% Chimbote, Áncash - 2020 [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma\\_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Durability assessment of fly ash, GGBS, and silica fume based geopolymer concrete with recycled aggregates against acid and sulfate attack por Singh Rudra [et al]. Journal of Building Engineering [en línea]. 01 de abril de 2024, vol. 82, pp. 1-17. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.108354>. ISSN: 2352-7102

Durability of self-compacting rubberized concrete exposed to external sulphate attack por Mallek Jihen [et al]. Case Studies in Construction Materials [en línea]. Julio 2024, vol. 20, pp. 1-14. [Fecha de consulta: 02 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2023.e02730>. ISSN: 2214-5095

Durability Performance of Self-Compacting Concrete Containing Crumb Rubber, Fly Ash and Calcium Carbide Waste por Kelechi Sylvia [et al]. *Materials* [en línea]. 9 de enero de 2022, vol. 15, no. 2, pp. 1-17. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/2/488>. ISSN: 1996-1944

Durability Properties of Macro-Polypropylene Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete por Chen Yaqui [et al]. *Materials* [en línea]. 5 de enero de 2024, vol. 17, no. 2, pp. 1-20. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/17/2/284>. ISSN: 1996-1944.

Effect of agricultural olive, rice husk and sugarcane leaf waste ashes on sustainable ultra-high-performance concrete por Alyami Mana [et al]. *Journal of Building Engineering* [en línea]. 01 de agosto de 2023 vol. 72, pp. 1-17. [Fecha de consulta: 08 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.106689>. ISSN: 2352-7102

Effect of Mixing Coffee Husk Ash and as a Cement Replacement on The Strength of Concrete por Wahyuni [et al]. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. octubre 2023, vol. 1140, no. 1, pp. 1-8. [Fecha de consulta: 20 de julio de 2024]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1140/1/012019>. ISSN: 1755-1307

Effect of particle size, porous structure and content of rice husk ash on the hydration process and compressive strength evolution of concrete por Vieira Amanda [et al]. *Construction and Building Materials* [en línea]. 10 de marzo de 2020, vol. 236, pp. 1-9. [Fecha de consulta: 20 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117553>. ISSN: 0950-0618

Effect of rice husk ash (RHA) dosage on pore structural and mechanical properties of cemented paste backfill por Wang Jie [et al]. *Journal of Materials Research and Technology* [en línea]. Marzo-Abril 2022, vol. 17, pp. 840-851. [Fecha de consulta: 20 de julio de 2024]. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2238785422000448>. ISSN: 2238-7854

ESTRADA, Yosifer y VELASCO, CUNIA, Jhan. Análisis de la variación de la durabilidad y resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  adicionando material reciclado tipo pet ate,2020 [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2020. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez\\_R\\_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_R_S-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Experimental Investigation on the Effects of Coffee Husk Ash as Partial Replacement of Cement on Concrete Properties por Gedefaw Asmamaw [et al]. Advances in Materials Science and Engineering [en línea]. 15 de julio de 2022, vol. 2022, pp. 1-10. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2024]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/2022/4175460?src=getftr>. ISSN: 1687-8442

Experimental study on high performance concrete using rice husk ash por Shirgire Anil [et al]. Materials Today: Proceedings [en línea]. 11 de noviembre de 2023, pp. 1-7. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.11.004>. ISSN: 2214-7853

GACHA, Yulieht y VELASCO, Christian. Comportamiento físico - mecánico y de permeabilidad a cloruros en el concreto hidráulico con adiciones de metacaolín [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia.: Universidad Católica de Colombia, 2019. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23884>.

HARIHANANDH, M. y RAJASHEKHAR, K. Study on durability of concrete by using rice husk as partial replacement of cement. Materials Today: Proceedings [en línea]. 16 de diciembre de 2022 vol. 52, pp. 1794-1799. [Fecha de consulta: 09 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.448>. ISSN: 2214-7853

High performance concrete using rice husk ash por Dharmaraj R. [et al]. Materials Today: Proceedings [en línea], 27 de abril de 2023, pp. 1-5. [Fecha de consulta: 13 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.104>. ISSN: 2214-7853.

HU, Lingling, HE, Zhen y ZHANG, Shipeng. Sustainable use of rice husk ash in

cement-based materials: Environmental evaluation and performance improvement. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 10 de agosto de 2020, vol. 264, pp. 1-14. [Fecha de consulta: 09 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121744>. ISSN: 0959-6526

Influence of Rice Husk Ash as a Partial Substitute for Cement on the Microstructure and Mechanical Properties of Concrete por Suclupe Robert [et al]. *Civil Engineering and Architecture* [en línea]. 20 de agosto de 2024, vol. 12, no. 5, pp. 3697-3715. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2024] Disponible en: [https://www.hrpub.org/journals/article\\_info.php?aid=14498](https://www.hrpub.org/journals/article_info.php?aid=14498). ISSN: 2332-1121

KANG, Sung, HONG, Sung y MOON, Juhyuk. The use of rice husk ash as reactive filler in ultra-high performance concrete. *Cement and Concrete Research* [en línea]. 15 de enero de 2019, vol. 115, pp. 389-400. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.09.004>. ISSN: 0008-8846

KURI, Jhutan, NURUZZAMAN, Md. y SARKER, Prabir. Sodium sulphate resistance of geopolymer mortar produced using ground ferronickel slag with fly ash. *Ceramics International* [en línea]. 15 de enero de 2023, vol. 49, no. 2, pp. 2765-2773. [Fecha de consulta: 09 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.09.258>. ISSN: 0272-8842.

LLALLIRE, Ayrton, PACHECO, Edson, PINEDA, César, RIVERA, José y SALINAS Felix. *Ensayos Y Recomendaciones Para El Concreto En Estructuras Cercanas Al Mar* [en línea]. Trabajo de investigación (Bachiller en Ingeniería Civil) Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, 2020. Disponible en: [https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18214/PINEDA\\_MIRANDA\\_RIVERA\\_BENAVIDES\\_PACHECO\\_URIBE\\_LLALLIRE\\_PARIONA\\_SALINAS\\_BERNUY\\_ENSAYOS\\_RECOMENDACIONES\\_CONCRETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18214/PINEDA_MIRANDA_RIVERA_BENAVIDES_PACHECO_URIBE_LLALLIRE_PARIONA_SALINAS_BERNUY_ENSAYOS_RECOMENDACIONES_CONCRETO.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Mechanical and Durability Properties of Aerated Concrete Incorporating Rice Husk Ash (RHA) as Partial Replacement of Cement por Ali Tariq [et al]. *Crystals* [en línea]. 27 de mayo de 2021, vol. 11, no. 6, pp. 1-13. [Fecha de consulta: 07 de

julio de 2024]. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4352/11/6/604>. ISSN: 2073-4352

Mechanical and microstructural properties of high-performance concrete made with rice husk ash internally cured with superabsorbent polymers por Nduka David [et al]. Heliyon [en línea]. Septiembre 2022, vol. 8, no. 9, pp. 1-16. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2024]. Disponible en: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S240584402201790X>. ISSN: 2405-8440

Mechanical and microstructural study of slag based alkali activated concrete incorporating RHA por Soumya Shashwati [et al]. Construction and Building Materials [en línea]. 12 de octubre de 2023, vol. 400, pp. 1-11. [Fecha de consulta: 19 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.132685>. ISSN: 0950-0618.

MOHAN, Subahar. y P., Chandrasekaran. Effect of Artificial Fibers and Corn Cob Ash on Mechanical Behavior of High Performance Concrete. Polish Journal of Environmental Studies [en línea]. 20 de mayo de 2022, vol. 31, no. 4, pp. 3713-3721. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2024]. Disponible en: <http://www.pjoes.com/Effect-of-Artificial-Fibers-and-Corn-Cob-Ash-non-Mechanical-Behavior-of-High-Performance,146991,0,2.html>. ISSN: 1230-1485

MONTAÑA, Crithian. y CARMONA, Rodrigo. Impacto de las adiciones para concreto en la reducción de la permeabilidad al ión cloruro vs la relación agua cemento [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2015. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/8437485b-eb45-4685-a603-7b7b9c433c4d/content>

MONTERO, Segundo. Evaluación de las propiedades del concreto empleando ceniza de cáscara de arroz como sustituto del cemento en porcentajes para las edificaciones en la ciudad de Chiclayo [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/8066>.

Natural and recycled aggregate concrete containing rice husk ash as replacement of cement: Mechanical properties, microstructure, strength model and statistical analysis por Ma Wenzhuo [et al]. Journal of Building Engineering [en línea]. 01 de mayo de 2023, vol. 66, pp. 1-25. [Fecha de consulta: 08 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.105917>. ISSN: 2352-7102

Optimization of partial replacement of cement by silica fume and rice husk ash for sustainable concrete por Jayaraman A. [et al]. Materials Today: Proceedings [en línea]. 12 de junio de 2023, pp. 1-6. [Fecha de consulta: 08 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.598>. ISSN: 2214-7853

OSORIO, Karla. Influencia del nanosílice en la durabilidad del concreto sometido a las reacciones químicas de sulfatos en la zona costera de la Avenida 2 de Mayo distrito de Ancón, Lima - 2019 [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2019. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/48775>.

POLAT, Sermin. A Research on the Usage of Corn Cob in Producing Lightweight Concrete. Natural Resources [en línea]. Octubre 2021, vol. 12, no. 10, pp. 339-347. [Fecha de consulta: 14 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.scirp.org/journal/doi.aspx?doi=10.4236/nr.2021.1210023>. ISSN: 2158-7086

RAJASHEKHAR, Reddy, HARIHANANDH, M. y MURALI, K.. Strength performance of high-grade concrete using rice husk ash (RHA) as cement replacement material. Materials Today: Proceedings [en línea]. 16 de junio de 2021, vol. 46, pp. 8822-8825. [Fecha de consulta: 16 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.04.332>. ISSN: 2214-7853

RAMAKRISHNA, J. y GOPI, R. Experimental investigation on partial replacement of cement and coarse aggregate by rice husk ash and steel slag in concrete. Materials Today: Proceedings [en línea]. 30 de agosto de 2023, pp. 1-7. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.340>. ISSN: 2214-7853

RITHUPARNA, R., JITTIN, V. y BAHURUDEEN, A., 2021. Influence of different

processing methods on the recycling potential of agro-waste ashes for sustainable cement production: A review. *Journal of Cleaner Production* [en línea]. 20 de septiembre de 2021, vol. 316, pp. 1-29. [Fecha de consulta: 17 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128242>. ISSN: 0959-6526

ROMERO, Efrain. Resistencia a La Compresión Del Concreto Al Ataque De Sulfatos En Cimientos Corridos Elaborados Con Cementos Tipo I, Ms Y V-Cajamarca-2020 [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2021. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29794>.

Strength and Durability Parameters of Brick Aggregate Concrete Incorporating Rice Husk Ash as a Partial Replacement of Cement por Noaman Abu [et al]. *Advances in Materials Science and Engineering* [en línea]. 31 de mayo de 2022, vol. 2022, pp. 1-19. [Fecha de consulta: 13 de julio de 2024]. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/amse/2022/8541276/>. ISSN: 1687-8442

Strength and micro-structural performance of geopolymer concrete using highly burned rice husk ash por Chaitanya [et al]. *Materials Today: Proceedings* [en línea]. 11 de mayo de 2023, pp. 1-6. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.617>. ISSN: 2214-7853.

Strength deterioration prediction of pervious concrete in sulfate and dry-wet cycle environments utilizing ultrasonic velocity por Song Hui [et al]. *PLoS ONE* [en línea]. 13 de junio de 2023, vol. 18, no. 6, pp. 1-16. [Fecha de consulta: 19 de julio de 2024]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0286948>. ISSN 1932-6203

Strength, durability, and microstructure properties of concrete containing bagasse ash – A review of 15 years of perspectives, progress and future insights por AbdallaTareg [et al]. *Results in Engineering* [en línea]. 12 de enero de 2024, vol. 21, pp. 1-24. [Fecha de consulta: 04 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101764>. ISSN: 2590-1230

Sustainable development and performance assessment of concrete incorporating biofuel waste por Wang Her-Yung [et al]. *Case Studies in Construction Materials*

[en línea]. Julio 2024, vol. 20, pp. 1-23. [Fecha de consulta: 02 de agosto de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2024.e02871>. ISSN: 2214-5095.

Sustainable Opportunities for Sugar Industries Through Potential Reuse of Sugarcane Bagasse Ash in Blended Cement Production por Murugesan T. [et al]. Sugar Tech [en línea]. 29 de marzo de 2021, vol. 23, no. 5, pp. 949-963. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12355-021-00978-4>. ISSN: 0974-0740

TANU, H. y UNNIKRISHNAN, Sujatha. Review on Durability of Geopolymer Concrete Developed with Industrial and Agricultural Byproducts. Materials Today: Proceedings [en línea]. 29 de marzo de 2023, vol. 1, pp. 1-7. [Fecha de consulta: 18 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.335>. ISSN: 2214-7853

The durability of concrete produced from pozzolan materials as a partially cement replacement: A comprehensive review por Hamada Hussein [et al]. Materials Today: Proceedings [en línea]. 24 de marzo de 2023, pp. 1-7 [Fecha de consulta: 08 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.337>. ISSN: 2214-7853

The impact of using rice husk ash as a replacement material in concrete: An experimental study por Al-Alwan Asad [et al]. Journal of King Saud University - Engineering Sciences [en línea]. Mayo 2024, vol.36, pp. 249-255. [Fecha de consulta: 06 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2022.03.002>. ISSN: 1018-3639

Thermal Analysis and X-Ray Diffraction of Rice Husk Ash Blended Cement Under Sodium Sulfate with Wetting and Drying Cycles por Ramadhansyah P. [et al]. Lecture Notes in Civil Engineering [en línea]. 26 de mayo de 2021, pp. 165-173. [Fecha de consulta: 16 de julio de 2024]. Disponible en: [https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-2187-1\\_15](https://link.springer.com/10.1007/978-981-16-2187-1_15). ISBN 9789811621864

Use of different agro-waste ashes in concrete for effective upcycling of locally available resources por Charitha V. [et al]. Construction and Building Materials [en línea].

24 de mayo de 2021, vol. 285, pp. 1-17. [Fecha de consulta: 12 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122851>. ISSN: 0950-0618

Uso de residuos agroindustriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión literaria por Castillo Gustavo [et al]. Revista Ingeniería [en línea], vol. 5, no. 13, pp. 123-142. [Fecha de consulta: 10 de julio de 2024]. Disponible en: <http://revistaingenieria.org/index.php/revistaingenieria/article/view/95>. ISSN: 2664-8245

VARGAS, Julio. Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto usando ceniza de cascarilla de arroz (CCA) [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán, 2023. Disponible en: [https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11145/Vargas\\_Villafuerte\\_Julio\\_Cesar.pdf?sequence=6&isAllowed=y](https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/11145/Vargas_Villafuerte_Julio_Cesar.pdf?sequence=6&isAllowed=y).

Workability and compressive strength development of self-consolidating concrete incorporating rice husk ash and foundry sand waste – A preliminary experimental study por Sua-lam Gritsada [et al]. Construction and Building Materials [en línea]. 20 de diciembre de 2019, vol. 228, pp. 1-7. [Fecha de consulta: 19 de julio de 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116813>. ISSN: 0950-0618

YERBA, Nilton. Evaluación de la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, con aditivo Sika -1, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román - Puno [en línea]. Tesis (Ingeniería Civil). Huancayo: Universidad Continental, 2024. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/14101>

## ANEXOS

Anexo 1. Tabla de Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Instrumento
<b>Variable independiente:</b>  Cenizas de cáscara de arroz	La ceniza de cáscara de arroz se produce a partir de desechos agrícolas (cascarilla de arroz) mediante procesos agroindustriales, su combustión al ser controlada se obtiene cenizas, que posee propiedades químicas que al mezclarse con el cemento utilizado en la producción de concreto mejorarán todas sus propiedades.	Primero se determinó su temperatura de calcinación, y luego se incorporó ceniza de cáscara de arroz (CCA) a la mezcla de concreto en 3 proporciones de 5%, 6% y 7%, sustituyendo parcialmente en función del peso de cemento, para determinar el % óptimo Contenido de CCA que logra mejorar las propiedades mecánicas.	Características fisicoquímicas de las cenizas de cáscara de arroz	<b>Características físicas</b> 11. Pérdida por calcinación (%) 12. Malla #325 (%) 13. Densidad (gr/cm <sup>3</sup> ) 14. Contenido de Humedad (%) 15. Índice de Actividad Puzolánico (%)	Razón	Guía de observación
				<b>Características químicas</b>		
				<b>Difracción de rayos X (DRX)</b> 16. Composición química (%)	Razón	Ficha de resultados
<b>Variable dependiente:</b>	Para determinar las propiedades del concreto endurecido se estudiaron sus	Con base en los resultados obtenidos de la CCA, se evaluaron los cambios	propiedades mecánicas del concreto F'c 210	17. Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> ) 18. Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón	Guía de observación

propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional	propiedades mecánicas sometándolo a fuerzas externas para conocer: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad y los cambios en la apariencia causados por los ensayos de durabilidad del concreto.	en las propiedades mecánicas después de 7, 14 y 28 días del concreto utilizando una resistencia de $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> , de igual forma se evaluó el efecto sobre la resistencia a los ensayos de absorción de agua, permeabilidad al Cloruro y penetración de agua.	kg/cm <sup>2</sup> fabricado en Lambayeque.	I9. Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
				I10. Resistencia a la abrasión (%)		
			Estadística del concreto patrón vs de las sustituciones de la CCA en las propiedades mecánicas del concreto $F_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> fabricado en Lambayeque.	I11. $\Delta$ Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Razón	Guía de observación
				I12. $\Delta$ Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
				I13. $\Delta$ Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )		
				I14. Resistencia a la abrasión (%)		
			Comportamiento del concreto $F_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> y con el porcentaje óptimo de sustitución del cemento por la ceniza cáscara de arroz ante los ensayos de absorción de agua, permeabilidad al Cloruro y penetración de agua.	I15. Absorción de agua (%).	Razón	Guía de observación
				I16. Carga pasada en culombios (C)		
				I17. Profundidad de agua (mm)		

## Anexo 2. Instrumentos de recolección de datos

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD01</b>	
--	---

**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Departamento:** Lambayeque

**Provincia:** Chiclayo

**Distrito:** Chiclayo

**Ensayo:** Propiedades físicas de la ceniza de cáscara de arroz

N° de Obs.	Normativa	Características físicas	Unidades	Resultados obtenidos
1	NTP 334.045	Finura -sin moler Finura- molida	%	_____
2	NTP 334.005	Densidad	gr/cm3	_____
3	NTP 334.127	Contenido de humedad	%	_____
				7 días _____
		Resistencia a la compresión de mortero de la Muestra patrón	kg/cm2	_____
				28 días _____
4	NTP 334.051	_____	_____	_____
				7 días _____
		Resistencia a la compresión de mortero de la Muestra Experimental	kg/cm2	_____
				28 días _____
5	NTP 334.066	Índice de Actividad Puzolánica a los 7 días Índice de Actividad Puzolánica a los 28 días	%	_____

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalización

## GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD02



**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Departamento:** Lambayeque      **Pronvincia:** Chiclayo      **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** Sin sustitución de ceniza de cáscara de arroz

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	MP01-7D	MP02-7D	MP03-7D	Promedio	
1	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP04-14D	MP05-14D	MP06-14D	Promedio	
		MP07-28D	MP08-28D	MP09-28D	MP10-28D	Promedio
2	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	MP11-7D	MP12-7D	MP13-7D	Promedio	
		MP14-14D	MP15-14D	MP16-14D	Promedio	
		MP17-28D	MP18-28D	MP19-28D	MP20-28D	Promedio
3	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP21-7D	MP22-7D	MP23-7D	Promedio	
		MP24-14D	MP25-14D	MP26-14D	Promedio	
		MP27-28D	MP28-28D	MP29-28D	MP30-28D	Promedio
4	Resistencia a la Abrasión (%)	MP31-7D	MP32-7D	MP33-7D	Promedio	
		MP34-14D	MP35-14D	MP36-14D	Promedio	
		MP37-28D	MP38-28D	MP39-28D	MP40-28D	Promedio

ta: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalizac

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD03**



**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Departamento:** Lambayeque    **Provincia:** Chiclayo    **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** **Sustituyendo al cemento en 5% de ceniza de cáscara de arroz**

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	MP+5%CCA41-7D	MP+5%CCA42-7D	MP+5%CCA43-7D	Promedio	
5	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+5%CCA44-14D	MP+5%CCA45-14D	MP+5%CCA46-14D	Promedio	
		MP+5%CCA47-28D	MP+5%CCA48-28D	MP+5%CCA49-28D	MP+5%CCA50-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+5%CCA51-7D	MP+5%CCA52-7D	MP+5%CCA53-7D	Promedio	
6	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+5%CCA54-14D	MP+5%CCA55-14D	MP+5%CCA56-14D	Promedio	
		MP+5%CCA57-28D	MP+5%CCA58-28D	MP+5%CCA59-28D	MP+5%CCA60-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+5%CCA61-7D	MP+5%CCA62-7D	MP+5%CCA63-7D	Promedio	
7	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+5%CCA64-14D	MP+5%CCA65-14D	MP+5%CCA66-14D	Promedio	
		MP+5%CCA67-28D	MP+5%CCA68-28D	MP+5%CCA69-28D	MP+5%CCA70-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+5%CCA71-7D	MP+5%CCA72-7D	MP+5%CCA73-7D	Promedio	
8	Resistencia a la Abrasión (%)	MP+5%CCA74-14D	MP+5%CCA75-14D	MP+5%CCA76-14D	Promedio	
		MP+5%CCA77-28D	MP+5%CCA78-28D	MP+5%CCA79-28D	MP+5%CCA80-28D	Promedio

*Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalización*

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD04



**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Departamento:** Lambayeque **Pronvincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** Sustituyendo al cemento en 6% de ceniza de cáscara de arroz

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	MP+6% CCA81-7D	MP+6% CCA82-7D	MP+6% CCA83-7D	Promedio	
9	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+6% CCA84-14D	MP+6% CCA85-14D	MP+6% CCA86-14D	Promedio	
		MP+6% CCA87-28D	MP+6% CCA88-28D	MP+6% CCA89-28D	MP+6% CCA90-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+6% CCA91-7D	MP+6% CCA92-7D	MP+6% CCA93-7D	Promedio	
10	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+6% CCA94-14D	MP+6% CCA95-14D	MP+6% CCA96-14D	Promedio	
		MP+6% CCA97-28D	MP+6% CCA98-28D	MP+6% CCA99-28D	MP+6% CCA100-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+6% CCA101-7D	MP+6% CCA102-7D	MP+6% CCA103-7D	Promedio	
11	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+6% CCA104-14D	MP+6% CCA105-14D	MP+6% CCA106-14D	Promedio	
		MP+6% CCA107-28D	MP+6% CCA108-28D	MP+6% CCA109-28D	MP+6% CCA110-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+6% CCA111-7D	MP+6% CCA112-7D	MP+6% CCA113-7D	Promedio	
12	Resistencia a la Abrasión (%)	MP+6% CCA114-14D	MP+6% CCA115-14D	MP+6% CCA116-14D	Promedio	
		MP+6% CCA117-28D	MP+6% CCA118-28D	MP+6% CCA119-28D	MP+6% CCA120-28D	Promedio

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalización

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD05



**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Departamento:** Lambayeque **Provincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo

**Sustitución:** Sustituyendo al cemento en 7% de ceniza de cáscara de arroz

**Nota:** Preparación del concreto en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Propiedad	MP+7%CCA121-7D	MP+7%CCA122-7D	MP+7%CCA123-7D	Promedio	
13	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+7%CCA124-14D	MP+7%CCA125-14D	MP+7%CCA126-14D	Promedio	
		MP+7%CCA127-28D	MP+7%CCA128-28D	MP+7%CCA129-28D	MP+7%CCA130-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+7%CCA131-7D	MP+7%CCA132-7D	MP+7%CCA133-7D	Promedio	
14	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+7%CCA134-14D	MP+7%CCA135-14D	MP+7%CCA136-14D	Promedio	
		MP+7%CCA137-28D	MP+7%CCA138-28D	MP+7%CCA139-28D	MP+7%CCA140-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+7%CCA141-7D	MP+7%CCA142-7D	MP+7%CCA143-7D	Promedio	
15	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	MP+7%CCA144-14D	MP+7%CCA145-14D	MP+7%CCA146-14D	Promedio	
		MP+7%CCA147-28D	MP+7%CCA148-28D	MP+7%CCA149-28D	MP+7%CCA150-28D	Promedio
Obs. N°	Propiedad	MP+7%CCA151-7D	MP+7%CCA152-7D	MP+7%CCA153-7D	Promedio	
16	Resistencia a la Abrasión (%)	MP+7%CCA154-14D	MP+7%CCA155-14D	MP+7%CCA156-14D	Promedio	
		MP+7%CCA157-28D	MP+7%CCA158-28D	MP+7%CCA159-28D	MP+7%CCA160-28D	Promedio

*Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalización*

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD06



**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024  
**Departamento:** Lambayeque **Provincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo  
**Ensayo:** Densidad, absorción y porcentaje de vacíos en concreto endurecido.  
**Muestra:** Concreto Patrón  
**Nota:** Realización de ensayo en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

1. DATOS DE LABORATORIO

Muestra N°	Descripción	Masa de probeta seca al horno (g)							Masa seca final (g)
		24h.	48h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	72h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	
01	A								
02	B								
03	C								

Muestra N°	Código	Masa de probeta después de inmersión en agua (g)						Masa después de inmersión final (g)
		48h.	72h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	96h.	Δ%	
01	A							0.00
02	B							0.00
03	C							0.00

Muestra N°	Código	Masa saturada después de ebullición (g)	Masa sumergida aparente suspendida (g)
		5h + 14h	
01	A		
02	B		
03	C		

2. RESULTADOS DE ENSAYO PARA MUESTRAS DE : Concreto f c 210 kg/cm2\_ PATRÓN

PROPIEDAD	CÓDIGO	VALOR	PROMEDIO
Absorción después de inmersión (%)	A		
	B		
	C		
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	A		
	B		
	C		
Densidad global seca (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Densidad después de inmersión (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Densidad aparente (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Volumen de vacíos (%)	A		
	B		
	C		

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD07



**Investigador:** Vilibana Manayay, Jesús Alberto  
**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024  
**Departamento:** Lambayeque **Pronvincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo  
**Ensayo:** Densidad, absorción y porcentaje de vacíos en concreto endurecido.  
**Muestra:** % Óptimo de CCA  
**Nota:** Realización de ensayo en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

1. DATOS DE LABORATORIO

Muestra N°	Descripción	Masa de probeta seca al horno (g)							Masa seca final (g)
		24h.	48h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	72h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	
01	A								
02	B								
03	C								

Muestra N°	Código	Masa de probeta después de inmersión en agua (g)							Masa después de inmersión final (g)
		48h.	72h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	96h.	Δ%	Observación (Δ% < 0.5)	
01	A								0.00
02	B								0.00
03	C								0.00

Muestra N°	Código	Masa saturada después de ebullición (g)	Masa sumergida aparente suspendida (g)
		5h + 14h	
01	A		
02	B		
03	C		

2. RESULTADOS DE ENSAYO PARA MUESTRAS DE : Concreto f'c 210 kg/cm2\_ PATRÓN

PROPIEDAD	CÓDIGO	VALOR	PROMEDIO
Absorción después de inmersión (%)	A		
	B		
	C		
Absorción después de inmersión y ebullición (%)	A		
	B		
	C		
Densidad global seca (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Densidad después de inmersión (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Densidad después de inmersión y ebullición (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Densidad aparente (g/cm3)	A		
	B		
	C		
Volumen de vacíos (%)	A		
	B		
	C		

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de consistencia

GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD08



**Investigador:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024  
**Departamento:** Lambayeque **Provincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo  
**Ensayo:** Resistencia del concreto a la penetración del Ión Cloruro  
**Nota:** Realización de ensayo en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

**DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACIÓN DE ION CLORURO**

PROBETA_MP 210								
Muestra	DIÁMETRO				ESPESOR			
	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1								
DP-2								
DP-3								

PROBETA_MP+% Óptimo de CCA								
Muestra	DIÁMETRO				ESPESOR			
	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1								
DP-2								
DP-3								

PROBETA_MP 210				
Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	in (A)	in (A)	in (A)
1	0			
2	30			
3	60			
4	90			
5	120			
6	150			
7	180			
8	210			
9	240			
10	270			
11	300			
12	330			
13	360			

PROBETA_MP+% Óptimo de CCA				
Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30min)	in (A)	in (A)	in (A)
1	0			
2	30			
3	60			
4	90			
5	120			
6	150			
7	180			
8	210			
9	240			
10	270			
11	300			
12	330			
13	360			

**DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:**

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)  
 I<sub>0</sub> = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión  
 I<sub>t</sub> = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

PROBETA_MP 210	
Muestras	Q (coulombs)
DP-1	
DP-2	
DP-3	

PROBETA_MP+% Óptimo de CCA	
Muestras	Q (coulombs)
DP-1	
DP-2	
DP-3	

Qpromedio (Coulombs)=

Qpromedio (Coulombs)=

**AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:**

$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$	Donde: Q <sub>s</sub> = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro  Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de D <sub>prom</sub> de diámetro
---	---

PROBETA_MP 210	
Muestras	Q <sub>s</sub> (coulombs)
DP-1	
DP-2	
DP-3	

PROBETA_MP+% Óptimo de CCA	
Muestras	Q <sub>s</sub> (coulombs)
DP-1	
DP-2	
DP-3	

Qpromedio (Coulombs)=

Qpromedio (Coulombs)=

**COMPARACIÓN:**

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

PROBETA_MP 210		PROBETA_MP+% Óptimo de CCA	
MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO	MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1		DP-1	
DP-2		DP-2	
DP-3		DP-3	
EVALUACION PROMEDIO		EVALUACION PROMEDIO	

Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalización

**GUÍA DE OBSERVACIÓN DIRECTA - GOD09**



**Investigador:** Vocabana Manayay, Jesús Alberto

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Departamento:** Lambayeque **Provincia:** Chiclayo **Distrito:** Chiclayo

**Ensayo:** Penetración de agua

**Nota:** Realización de ensayo en base al diseño de mezcla validado y autorizado.

Obs. N°	Muestra	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2Horas)	Cara	Penetración (mm)	
			Incio	Final	Incio	Final			Parcial	Promedio
21	MP	28								
		28								
		28								

Obs. N°	Muestra	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2Horas)	Cara	Penetración (mm)	
			Incio	Final	Incio	Final			Parcial	Promedio
22	MP+% Óptimo de CCA	28								
		28								
		28								

*Nota: Instrumento elaborado por el investigador, en base a los indicadores de la matriz de operacionalización*

## Anexo 3. Fichas de validación de instrumentos para la recolección de datos

### GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

#### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Guillermo Gustavo Arriola Carrasco  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Ingeniería Civil  
 Grado: Ingeniero Mención: Ingeniero Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Señor de Sipán.

#### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

#### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>					<b>75</b>
<b>Puntaje total</b>					<b>75</b>

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$IVJE = [75/75] \times 100 = 100\%$$

#### 4. Escala de validación

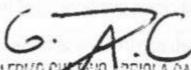
Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

El instrumento es válido porque cumple con parámetros establecidos para ser aplicados en la investigación

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Guillermo Gustavo Arriola Carrasco identificado con DNI. N.º 45671433 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesisista, Vilcabana Manayay Jesús Alberto en la investigación denominada: EFECTOS DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024

  
GUILLERMO GUSTAVO ARRIOLA CARRASCO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIR. 169897

Ing. Guillermo Gustavo Arriola Carrasco

DNI: 45671433

GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

**1. Identificación del Experto**

Nombre y Apellidos: Jorge Christian Lluncor Rojas  
 Título profesional: Ingeniero Civil  
 Grado: Ingeniero Mención: Ingeniería Civil  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo  
 Otros estudios: Magister en Gestión Pública

**2. Instrucciones**

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

**3. Evaluación de juicio del experto**

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					X
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					X
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					X
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					X
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					X
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					X
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					X
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					X
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					X
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					X
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					X
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					X
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					X
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					X
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					X
<b>Puntaje parcial</b> (sumar los puntos donde marca el aspa)					75
<b>Puntaje total</b>					75

  
 Ing. Jorge Christian Lluncor Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 174574

**Nota:** Índice de validación del juicio de experto (IVJE) = [puntaje obtenido / 75] x 100= %

$$IVJE = [75 / 75] \times 100 = 100\%$$

#### 4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
- INSTRUMENTO VÁLIDO SIN OBSERVACIONES  
.....  
- CUMPLE CON LA INVESTIGACIÓN, CONSISTENTE  
.....  
CON LO EXPUESTO PARA SER APLICADO  
.....  
.....

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Jorge Christian Lluncor Rojas identificado con DNI. N.º 41307353 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por los tesisistas, Vilcabana Manayay Jesús Alberto en la investigación denominada: EFECTOS DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024

  
Mg. Jorge Christian Lluncor Rojas  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 174574

.....  
Mg. Jorge Christian Lluncor Rojas

DNI: 41307353

## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Pedro Ramon Patazca Rojas  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Ingeniero Civil  
 Grado: Magister Mención: Maestro en Administración de negocios-MBA  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad César Vallejo.  
 Otros estudios: Abogado

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

**1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente**

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORIA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					✓
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					✓
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					✓
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					✓
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables(coherencia)					✓
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					✓
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					✓
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					✓
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular(orden)					✓
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					✓
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					✓
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					✓
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					✓
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					✓
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					✓
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>					<b>75</b>
<b>Puntaje total</b>					<b>75</b>

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) =  $\frac{\text{puntaje obtenido}}{75} \times 100 = 100\%$

#### 4. Escala de validación.

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
<b>Interpretación:</b> Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

#### 5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
- El instrumento cumple con los parámetros de investigación  
- Instrumento apto para ser aplicado  
.....  
.....  
.....

#### 6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Pedro Ramon Patazca Rojas identificado con DNI. N.º 45902345 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesista, Vilcabana Manayay Jesús Alberto en la investigación denominada: EFECTOS DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024

  
.....  
MBA. Pedro Ramon Patazca Rojas  
DNI: 45902345

## GUÍA DE JUICIO DE EXPERTOS

### 1. Identificación del Experto

Nombre y Apellidos: Jose Alfredo Rolando Cespedes Deza  
 Centro laboral: Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo  
 Título profesional: Ingeniero Civil  
 Grado: Magister      Mención: Maestro con Mención en Docencia Universitaria y Gerencia Educativa  
 Institución donde lo obtuvo: Universidad Particular de Chiclayo.

### 2. Instrucciones

Estimado especialista, a continuación, se muestra un conjunto de indicadores, el cual tiene que evaluar con criterio ético y estrictez científica, la validez del instrumento propuesto (véase anexo N.º 1).

Para evaluar dicho instrumento, marca con un aspa (x) una de las categorías contempladas en el cuadro:

1: Inferior al básico 2: Básico 3: Intermedio 4: Sobresaliente 5: Muy sobresaliente

### 3. Evaluación de juicio del experto

INDICADORES	CATEGORÍA				
	1	2	3	4	5
1. Las dimensiones de la variable responden a un contexto teórico de forma (visión general)					✗
2. Coherencia entre dimensión e indicadores (visión general)					✗
3. El número de indicadores, evalúan las dimensiones y por consiguiente la variable seleccionada (visión general)					✗
4. Los ítems están redactados en forma clara y precisa, sin ambigüedades (claridad y precisión)					✗
5. Los ítems guardan relación con los indicadores de las variables (coherencia)					✗
6. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la prueba piloto (pertinencia y eficacia)					✗
7. Los ítems han sido redactados teniendo en cuenta la validez de contenido					✗
8. Presenta algunas preguntas distractoras para controlar la contaminación de las respuestas (control de sesgo)					✗
9. Los ítems han sido redactados de lo general a lo particular (orden)					✗
10. Los ítems del instrumento son coherentes en términos de cantidad (extensión)					✗
11. Los ítems no constituyen riesgo para el encuestado (inocuidad)					✗
12. Calidad en la redacción de los ítems (visión general)					✗
13. Grado de objetividad del instrumento (visión general)					✗
14. Grado de relevancia del instrumento (visión general)					✗
15. Estructura técnica básica del instrumento (organización)					✗
<b>Puntaje parcial (sumar los puntos donde marca el aspa)</b>					<b>75</b>
<b>Puntaje total</b>					<b>75</b>

Nota: Índice de validación del juicio de experto (IVJE) =  $[\text{puntaje obtenido} / 75] \times 100 = \%$   
 $= (75 / 75) \times 100 = 100\%$

4. Escala de validación

Muy baja	Baja	Regular	Alta	Muy Alta
00-20 %	21-40 %	41-60 %	61-80%	81-100%
El instrumento de investigación está observado			El instrumento de investigación requiere reajustes para su aplicación	El instrumento de investigación está apto para su aplicación
Interpretación: Cuanto más se acerque el coeficiente a cero (0), mayor error habrá en la validez				

5. Conclusión general de la validación y sugerencias (en coherencia con el nivel de validación alcanzado):

.....  
- Instrumento validado con coherencia.  
- Sin Observaciones.  
- Cumple para ser aplicado en la investigación.  
.....  
.....

6. Constancia de Juicio de experto

El que suscribe, Jose Alfredo Rolando Céspedes Deza identificado con DNI. N.º 72354164 certifico que realicé el juicio del experto al instrumento diseñado por el tesista, Vilcabana Manayay Jesús Alberto en la investigación denominada: EFECTOS DE LA CENIZA DE CASCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024.

.....  
Mg. Jose Alfredo Rolando Céspedes Deza  
DNI: 72354164

## Anexo 5. Análisis complementario

### Anexo 5.1. Composición química de las cenizas de cáscara de arroz y cemento



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS  
S.A.C.

#### INFORME DE ENSAYO IE-2024-136200

##### 1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : JESÙS ALBERTO VILCABANA MANAYAY  
1.2 RUC o DNI : 20480781334  
1.3 Dirección : Chiclayo

##### 2. DATOS DE LA MUESTRA

2.1 Producto : CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (C)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-08-07  
2.5 Periodo de Ensayo : 2024-08-07 al 2024-08-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-07-24  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-136200-SL24

##### 3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Espectrometría de fluorescencia de rayos x	Espectrometría de fluorescencia de rayos x

##### 4. RESULTADOS

###### 4.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Descripción de Muestra: CENIZA DE CASCARA DE ARROZ-250GRAMOS  
GAS UTILIZADO(NITROGENO)  
QUEMADO AL 800°C

" EFECTOS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024" (C)

KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS POR PÉRDIDA POR CALCINACIÓN (LOI)**

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Pérdida por calcinación (LOI) O Pérdida por Ignición	%	3.4

INFORME DE ENSAYO IE-2024-136200

**4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Calcio, Ca	%	6.76
	Silicio, Si	%	71.58
	Aluminio, Al	%	6.28
	Hierro, Fe	%	4.73
	Potasio, Ke	%	4.08
	Magnesio, Mg	%	2.89
	Fosforo, P	%	1.19
	Cobre, Cu	%	0.06
	Azufre, So	%	0.56
	Zinc, Zn	%	0.08
	Manganeso, Mn	%	0.16
	Perdida de Quemado	%	14.58

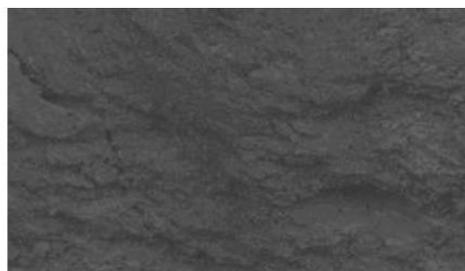


Imagen N°1: MICROGRAFÍAS DE LA MUESTRA

(c) Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2024-136200**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JESÙS ALBERTO VILCABANA MANAYAY  
1.2 RUC o DNI : 20480781334  
1.3 Dirección : Chiclayo

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : CENIZA DE CASCARA DE ARROZ  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-08-07  
2.5 Periodo de Ensayo : 2024-08-07 al 2024-08-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-07-24  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-136200-SL24

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Espectrometría de fluorescencia de rayos x	Espectrometría de fluorescencia de rayos x

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: CENIZA DE CASCARA DE ARROZ-250GRAMOS  
GAS UTILIZADO(NITROGENO)  
QUEMADO AL 900°C

" EFECTOS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024" (c)



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS POR PÉRDIDA POR CALCINACIÓN (LOI)

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Pérdida por calcinación (LOI) O Pérdida por Ignición	%	2.8

INFORME DE ENSAYO IE-2024-136200

4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Calcio, Ca	%	12.92
	Silicio, Si	%	45.79
	Aluminio, Al	%	15.71
	Hierro, Fe	%	2.91
	Potasio, Ke	%	2.28
	Magnesio, Mg	%	0.97
	Fosforo, P	%	0.72
	Cobre, Cu	%	0.22
	Azufre, So	%	0.06
	Zinc, Zn	%	0.215
	Manganeso, Mn	%	0.038
	Perdida de Quemado	%	18.25

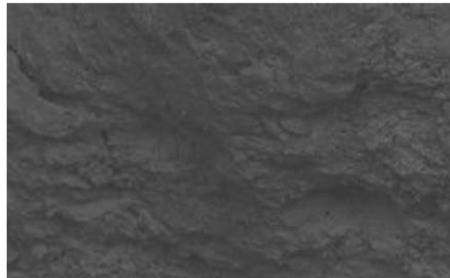


Imagen N°1: MICROGRAFÍAS DE LA MUESTRA

(c) Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

**INFORME DE ENSAYO  
IE-2024-136200**

**1. DATOS DEL CLIENTE**

1.1 Cliente : JESÚS ALBERTO VILCABANA MANAYAY  
1.2 RUC o DNI : 20480781334  
1.3 Dirección : Chiclayo

**2. DATOS DE LA MUESTRA**

2.1 Producto : CEMENTO PACASMAYO TIPO I  
2.2 Muestreado por : CLIENTE (c)  
2.3 Número de Muestras : 01  
2.4 Fecha de Recepción : 2024-08-07  
2.5 Periodo de Ensayo : 2024-08-07 al 2024-08-27  
2.6 Fecha de Emisión : 2023-07-24  
2.7 Fecha y Hora de Muestreo : No Precisa  
2.8 N° de cotización : COT-136200-SL24

**3. ENSAYO SOLICITADO - METODOLOGÍA UTILIZADA**

ENSAYO	MÉTODO
Caracterización de materiales por Espectrometría de fluorescencia de rayos x	Espectrometría de fluorescencia de rayos x

**4. RESULTADOS**

**4.1. RESULTADOS OBTENIDOS**

Descripción de Muestra: CEMENTO PACASMAYO TIPO I -250GRAMOS

Laboratorio de ensayo e investigación

" EFECTOS DE LA CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y DURABILIDAD DE UN CONCRETO CONVENCIONAL, LAMBAYEQUE-2024" (c)



KATHERINE  
CORAL PERALTA  
Ingeniera Química  
CIP N° 276377

Jefe de Laboratorio

**4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS POR PÉRDIDA POR CALCINACIÓN (LOI)**

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Pérdida por calcinación (LOI) O Pérdida por Ignición	%	3.1

INFORME DE ENSAYO IE-2024-136200

**4.3. RESULTADOS OBTENIDOS DE ANÁLISIS DE ESPECTROMETRÍA DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**

Tabla N°1: RESULTADOS OBTENIDOS

Código de Laboratorio	Composición Química (Elementos)	Unidad	Resultados
S-136200	Magnesio, Mg	%	2.1
	Óxido de Azufre, So	%	2.7
	Óxido de Aluminio, Al	%	N.E.
	Óxido Férrico, Fe	%	N.E.
	Residuo Insoluble	%	0.8
	Pérdida por Ignición	%	3.1



Imagen N°1: MICROGRAFÍAS DE LA MUESTRA

(c) Información suministrada por el cliente.

**FIN DE DOCUMENTO**

- Sin la aprobación del laboratorio Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C. no se debe reproducir el informe de ensayo parcial, excepto cuando se reproduce en su totalidad.
- Los resultados de los ensayos se aplican a la muestra cómo se recibió y no se deben usar como una declaración de conformidad con una especificación o normas de productos de la entidad que lo produce.
- El laboratorio no es responsable de la información que ha sido identificada como suministrada por el cliente.
- El muestreo está fuera del alcance de acreditación.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems sometidos a ensayo.
- Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO / IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

## Anexo 5.2. Ensayo de la finura de la CCA sin procesar



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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 26 de agosto del 2024  
  
Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la finura del cemento Pórtland por el tamiz de um (N° 325)  
Norma : NTP 334.045:2010

Muestra : **Cenizas de Cascara de Arroz.**

Muestra N°	Masa de la muestra (g)	C (%)	R <sub>s</sub> (g)	R <sub>c</sub> (%)	F (%)
01	1.000	31.2	0.6875	90.2	9.80

Donde:

- C** : Factor de corrección del tamiz.  
**R<sub>s</sub>** : Residuo de la muestra retenida sobre el tamiz de 45 µm (N° 325), en gramos (g).  
**R<sub>c</sub>** : Residuo corregido, en porcentaje (%).  
**F** : Finura del cemento expresado como el porcentaje corregido que pasa por el tamiz de 45 µm (N° 325).

Formulas:

$$R_c = R_s \times (100 + C)$$

$$F = 100 - R_c$$

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 5.3. Ensayo de la finura de la CCA después de la molienda



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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Martes, 27 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Martes, 27 de agosto del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la finura del cemento Pórtland por el tamiz de um (N° 325)  
Norma : NTP 334.045:2010

Muestra : **Cenizas de Cascara de Arroz.**

Muestra N°	Masa de la muestra (g)	C (%)	R <sub>s</sub> (g)	R <sub>c</sub> (%)	F (%)
01	1.000	31.2	0.2288	30.02	69.98

Donde:

- C** : Factor de corrección del tamiz.  
**R<sub>s</sub>** : Residuo de la muestra retenida sobre el tamiz de 45 μm (N° 325), en gramos (g).  
**R<sub>c</sub>** : Residuo corregido, en porcentaje (%).  
**F** : Finura del cemento expresado como el porcentaje corregido que pasa por el tamiz de 45 μm (N° 325).

Formulas:

$$R_c = R_s \times (100 + C)$$

$$F = 100 - R_c$$

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



## Anexo 5.4. Ensayo de la densidad de la CCA



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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitantes : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Martes, 27 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Martes, 27 de agosto del 2024  
  
Código : NTP 334.127 : 2012.  
Titulo : CEMENTOS. Adiciones minerales del cemento y concreto: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante. Métodos de ensayo, 2ª Edición.  
Ensayo : **Densidad.**  
Método : NTP 334.005 : 2011 - Ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Portland.

Muestra : Cenizas de Cascara de Arroz.

Masa tal como se recibió	(g)	41.21
Volumen del líquido desplazado	(cm <sup>3</sup> )	18.00
Densidad	(g/cm <sup>3</sup> )	2.29

### OBSERVACIONES :

- Muestreo 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 5.5. Ensayo del contenido de humedad de la CCA



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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitantes : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Martes, 27 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Miércoles, 28 de agosto del 2024

Código : NTP 334.127 : 2012.  
Título : CEMENTOS. Adiciones minerales del cemento y concreto: puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante. Métodos de ensayo, 2ª Edición.  
Ensayo : **Contenido de Humedad.**

Muestra : Cenizas de Cascara de Arroz.

A .- Pérdida de masa durante el secado	(g)	1.75
B.- Masa tal como se recibió	(g)	100.20
Contenido de Humedad = (A/B)x100	(%)	1.75

### OBSERVACIONES :

- Muestreo 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 5.6. Ensayo de índice de actividad puzolánico de la CCA



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Miércoles, 28 de agosto del 2024  
Fin de ensayo : Miércoles, 25 de setiembre del 2024

**Ensayo** : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Portland

**Norma** : NTP 334.051: 2013  
NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	CUBO PATRÓN - C1	28/08/2024	4/09/2024	7	45550	2500	18.22	185.81
02	CUBO PATRÓN - C2	28/08/2024	4/09/2024	7	39150	2500	15.66	159.73
03	CUBO PATRÓN - C3	28/08/2024	4/09/2024	7	37680	2500	15.07	153.73
04	CUBO PATRÓN - C4	28/08/2024	25/09/2024	28	50610	2500	20.24	206.49
05	CUBO PATRÓN - C5	28/08/2024	25/09/2024	28	48550	2500	19.42	198.08
06	CUBO PATRÓN - C6	28/08/2024	25/09/2024	28	55700	2500	22.28	227.26
Resistencia a la Compresión Diseño							<b>20.00</b>	<b>203.96</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 7 días							<b>16.32</b>	<b>166.42</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 28 días							<b>20.65</b>	<b>210.61</b>

**NOTA :**

- Dosificación: 1 : 2.75
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- Ra/c : 0.485

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.



Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Miércoles, 28 de agosto del 2024  
Fin de ensayo : Miércoles, 25 de setiembre del 2024

Ensayo : CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Pórtland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado.  
CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Pórtland

Norma : NTP 334.051: 2013  
NTP 334.066: 2018

Muestra N°	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a la Compresión	
							Mpa	Kg/Cm <sup>2</sup>
01	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C1	28/08/2024	4/09/2024	7	30780	2500	12.31	125.56
02	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C2	28/08/2024	4/09/2024	7	32220	2500	12.89	131.46
03	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C3	28/08/2024	4/09/2024	7	33460	2500	13.38	136.52
04	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C4	28/08/2024	25/09/2024	28	48560	2500	19.42	198.12
05	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C5	28/08/2024	25/09/2024	28	42520	2500	17.01	173.48
06	CUBO EXPERIMENTAL +20% CCA-C6	28/08/2024	25/09/2024	28	45740	2500	18.30	186.62
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 7 días							<b>16.32</b>	<b>166.40</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL 7 días							<b>12.86</b>	<b>131.18</b>
<b><u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland a los 7 días</u></b>							<b>79%</b>	<b>79%</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO PATRÓN 28 días							<b>20.65</b>	<b>210.57</b>
Resistencia a la Compresión Promedio Alcanzada_MORTERO EXPERIMENTAL 28 días							<b>18.24</b>	<b>186.08</b>
<b><u>Índice de Actividad Puzolánica con Cemento Portland a los 28 días</u></b>							<b>88%</b>	<b>88%</b>

NOTA:

- Dosificación: 1 : 2.75
- Cemento : Tipo I - Pacasmayo
- Ceniza de cáscara de arroz: 20%
- Arena : La Victoria - Pátapo
- Agua : Potable de la zona
- Ra/c : 0.485

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.
- Muestras cúbicas de dimensiones de 50mm de lado.

Anexo 5.7. Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso de la canteras:  
Tres Tomas, la Victoria y Pacherez.



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Viernes, 30 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Sabado, 31 de agosto del 2024

ENSAYO : AGREGADOS. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaño menores de 34,5 mm (1 1/2")  
REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

MUESTRA : Piedra Chancada  
CANTERA : Tres Tomas

I.- DATOS

ENSAYO N°	1
GRADACIÓN	"A"
ESFERAS	12
RECUPERACIÓN TOTAL	5000.0
1 1/2"-1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCIÓN N° 12	4660.0
% RETENCIÓN N° 12	93.20 %
% DESGASTE	6.80 %
C.UNIFORMIDAD (Cu)	1.441
C. Curvatura (Cc)	1.010



Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Viernes, 30 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Sabado, 31 de agosto del 2024

ENSAYO : **AGREGADOS**. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaño menores de 34,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

MUESTRA : Piedra Chancada

CANTERA : La Victoria

I.- DATOS :

ENSAYO N°	1
GRADACIÓN	"A"
ESFERAS	12
RECUPERACIÓN TOTAL	5000.0
1 1/2"-1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCIÓN N° 12	4667.0
% RETENCIÓN N° 12	93.34 %
% DESGASTE	6.66 %
C.UNIFORMIDAD (Cu)	1.453
C. Curvatura (Cc)	1.025

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Viernes, 30 de agosto del 2024  
Fin de Ensayo : Sabado, 31 de agosto del 2024

ENSAYO : **AGREGADOS**. Desgaste de los agregados. / Desgaste de los agregados de tamaño menores de 34,5 mm (1 1/2")

REFERENCIA : ASTM C 131, AASHTO T 96, ASTM C 535.

MUESTRA : Piedra Chancada

CANTERA : Pacherez

I.- DATOS :

ENSAYO N°	1
GRADACIÓN	"A"
ESFERAS	12
RECUPERACIÓN TOTAL	5000.0
1 1/2"-1"	1250.0
1" - 3/4"	1250.0
3/4" - 1/2"	1250.0
1/2" - 3/8"	1250.0
VUELTAS	500
RETENCIÓN N° 12	4671.0
% RETENCIÓN N° 12	93.42 %
% DESGASTE	6.58 %
C.UNIFORMIDAD (Cu)	1.450
C. Curvatura (Cc)	1.017

## Anexo 5.8. Caracterización física de los agregados pétreos



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

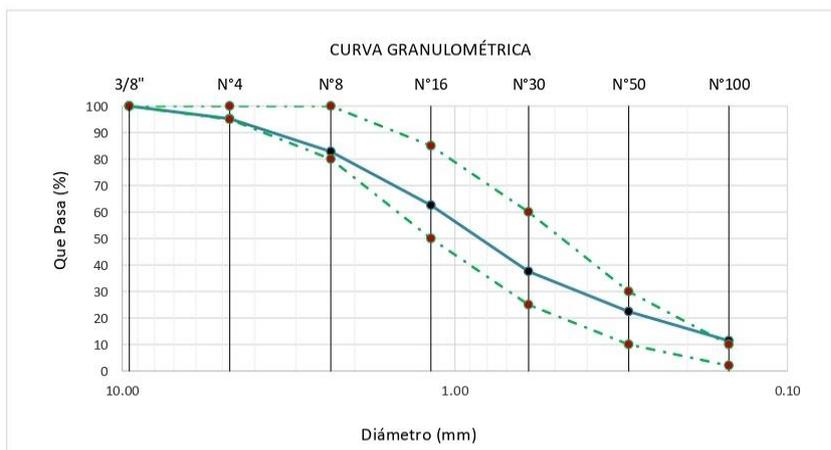
R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 02 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 03 de setiembre del 2024  
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.  
 NORMA : N.T.P. 400.012

Muestra : Arena Gruesa Cantera : La Victoria-Pátapo

Malla		%	% Retenido	% Que Pasa	GRADACIÓN
Pulg.	(mm.)	Retenido	Acumulado	Acumulado	"C"
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	100
Nº 4	4.750	4.8	4.8	95.2	95 - 100
Nº 8	2.360	12.5	17.2	82.8	80 - 100
Nº 16	1.180	20.2	37.4	62.6	50 - 85
Nº 30	0.600	25.0	62.4	37.6	25 - 60
Nº 50	0.300	15.2	77.6	22.4	10 - 30
Nº 100	0.150	11.0	88.6	11.4	2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.88</b>



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

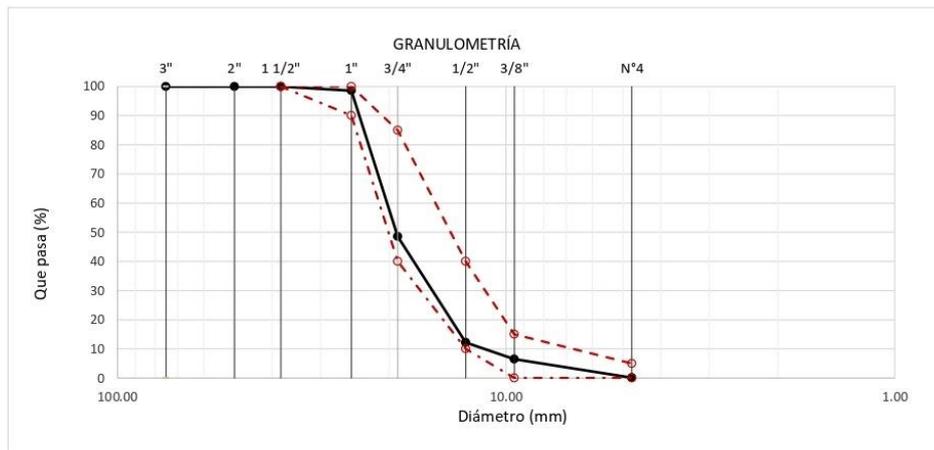
Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de ensayo : Lunes, 02 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 03 de setiembre del 2024

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 56
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	1.4	1.4	98.6	90 - 100
3/4"	19.00	50.1	51.5	48.5	40 - 85
1/2"	12.70	36.3	87.8	12.2	10 - 40
3/8"	9.52	5.7	93.5	6.5	0 - 15
N°4	4.75	6.4	99.9	0.1	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 02 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Jueves, 05 de setiembre del 2024

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: La Victoria- Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1503.35
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1501.49
Contenido de Humedad	(%)	0.12

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1665.62
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1663.55
Contenido de Humedad	(%)	0.12

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : Lunes, 02 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Jueves, 05 de setiembre del 2024

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: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1428.96</b>
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1423.78</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>0.36</b>
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1552.78</b>
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	<b>1547.16</b>
Contenido de Humedad	(%)	<b>0.36</b>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Solicitud de Ensayo : : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
Ubicación : : Dist.Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de ensayo : : Lunes, 02 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : : Viernes, 06 de setiembre del 2024

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

Muestra: Cantera Pacherras - Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.728
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.621

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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024".  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 02 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Jueves, 05 de setiembre del 2024

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 : La Victoria-Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.537
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.684

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 5.9. Diseño de mezcla del concreto patrón y con las sustituciones de cemento por la CCA en 5%, 6% y 7%



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

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL F<sub>c</sub> = 210 kg/cm<sup>2</sup>

**CEMENTO**

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

**AGREGADOS :**

**Agregado fino :**

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.566	gr/cm <sup>3</sup>	
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.591	gr/cm <sup>3</sup>	
3.- Peso unitario suelto	1571.42	Kg/m <sup>3</sup>	
4.- Peso unitario compactado	1692.06	Kg/m <sup>3</sup>	
5.- % de absorción	0.98	%	
6.- Contenido de humedad	0.46	%	
7.- Módulo de fineza	2.61		

**Agregado grueso :**

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.631	gr/cm <sup>3</sup>	
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.661	gr/cm <sup>3</sup>	
3.- Peso unitario suelto	1347.86	Kg/m <sup>3</sup>	
4.- Peso unitario compactado	1451.30	Kg/m <sup>3</sup>	
5.- % de absorción	1.13	%	
6.- Contenido de humedad	0.26	%	
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	0.0	100.0
Nº 08	6.7	93.3
Nº 16	21.6	71.7
Nº 30	23.8	47.9
Nº 50	25.6	22.4
Nº 100	18.7	3.7
Fondo	3.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.2	94.8
3/4"	26.9	67.9
1/2"	45.3	22.6
3/8"	14.9	7.7
Nº 04	7.6	0.1
Fondo	0.1	0.0

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

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 :  $\text{Kg/m}^3$   
Resistencia promedio a los 7 días :  $163 \text{ Kg/cm}^2$   
Porcentaje promedio a los 7 días : 78 %  
Factor cemento por  $\text{M}^3$  de concreto : 8.3 bolsas/ $\text{m}^3$   
Relación agua cemento de diseño : 0.722

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	353	$\text{Kg/m}^3$	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	255	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	873	$\text{Kg/m}^3$	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	933	$\text{Kg/m}^3$	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	2.47	2.64	30.7	Lts/ $\text{pie}^3$
Proporción en volumen :	1.0	2.36	2.95	30.7	Lts/ $\text{pie}^3$

OBSERVACIONES :

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

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL: SUSTITUYENDO 5% DE CCA EN PESO DEL CEMENTO

CEMENTO

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

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.566	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.591	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1571.42	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1692.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.98	%
6.- Contenido de humedad	0.46	%
7.- Módulo de fineza	2.61	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherres - Pacherres

1.- Peso específico de masa	2.631	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.661	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1347.86	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1451.30	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.13	%
6.- Contenido de humedad	0.26	%
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	0.0	100.0
Nº 08	6.7	93.3
Nº 16	21.6	71.7
Nº 30	23.8	47.9
Nº 50	25.6	22.4
Nº 100	18.7	3.7
Fondo	3.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.2	94.8
3/4"	26.9	67.9
1/2"	45.3	22.6
3/8"	14.9	7.7
Nº 04	7.6	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : Tesis: "Influencia de la Incorporación de Fibra de Vidrio y Acero en las propiedades Físicas y mecánicas del concreto"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

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

DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL: SUSTITUYENDO 5% DE CCA EN PESO DEL CEMENTO

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/2 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2339 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 189 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 90 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.722

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	336	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I-PACASMAYO
Agua	255	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	873	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	933	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherres - Pacherres
CCA	17.67	Kg/m <sup>3</sup>	:	CCA- 5%, Sustituyendo al peso del cemento

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	CCA	Agua	
	0.947	2.47	2.64	0.053	30.7	Lts/pie <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	0.949	2.36	2.95	0.051	30.7	Lts/pie <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

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

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

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

CEMENTO

DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL: SUSTITUYENDO 6% DE CCA EN PESO DEL CEMENTO

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

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 1.- Peso específico de masa 2.566 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.591 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1571.42 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1692.06 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 0.98 %  
 6.- Contenido de humedad 0.46 %  
 7.- Módulo de fineza 2.61

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras  
 1.- Peso específico de masa 2.631 gr/cm<sup>3</sup>  
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.661 gr/cm<sup>3</sup>  
 3.- Peso unitario suelto 1347.86 Kg/m<sup>3</sup>  
 4.- Peso unitario compactado 1451.30 Kg/m<sup>3</sup>  
 5.- % de absorción 1.13 %  
 6.- Contenido de humedad 0.26 %  
 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	0.0	100.0
Nº 08	6.7	93.3
Nº 16	21.6	71.7
Nº 30	23.8	47.9
Nº 50	25.6	22.4
Nº 100	18.7	3.7
Fondo	3.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.2	94.8
3/4"	26.9	67.9
1/2"	45.3	22.6
3/8"	14.9	7.7
Nº 04	7.6	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL: SUSTITUYENDO 6% DE CCA EN PESO DEL CEMENTO

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 1/4 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2281 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 157 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 75 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.722

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	332	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I-PACASMAYO
Agua	255	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	873	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	933	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
CCA	21.21	Kg/m <sup>3</sup>	: CCA- 6%, Sustituyendo al peso del cemento

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	CCA	Agua	
	0.936	2.47	2.64	0.064	30.7	Lts/pe <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	0.826	2.36	2.95	0.174	30.7	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

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

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

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

DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL: SUSTITUYENDO 7% DE CCA EN PESO DEL CEMENTO

CEMENTO

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

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.566	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.591	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1571.42	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1692.06	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	0.98	%
6.- Contenido de humedad	0.46	%
7.- Módulo de fineza	2.61	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.631	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.661	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1347.86	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	1451.30	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.13	%
6.- Contenido de humedad	0.26	%
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	0.0	100.0
Nº 08	6.7	93.3
Nº 16	21.6	71.7
Nº 30	23.8	47.9
Nº 50	25.6	22.4
Nº 100	18.7	3.7
Fondo	3.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	5.2	94.8
3/4"	26.9	67.9
1/2"	45.3	22.6
3/8"	14.9	7.7
Nº 04	7.6	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : Tesis: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de emisión : Martes, 10 de setiembre del 2024

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

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

DOSIFICACIÓN EXPERIMENTAL: SUSTITUYENDO 7% DE CCA EN PESO DEL CEMENTO

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 3 Pulgadas  
Peso unitario del concreto fresco : 2260 Kg/m<sup>3</sup>  
Resistencia promedio a los 7 días : 151 Kg/cm<sup>2</sup>  
Porcentaje promedio a los 7 días : 72 %  
Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.3 bolsas/m<sup>3</sup>  
Relación agua cemento de diseño : 0.722

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	329	Kg/m <sup>3</sup>	:	Tipo I-PACASMAYO
Agua	255	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	873	Kg/m <sup>3</sup>	:	Arena Gruesa - La Victoria - Patapo
Agregado grueso	933	Kg/m <sup>3</sup>	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
CCA	24.74	Kg/m <sup>3</sup>	:	CCA- 7%, Sustituyendo al peso del cemento

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	CCA	Agua	
	0.925	2.47	2.64	0.075	30.7	Lts/pe <sup>3</sup>
Proporción en volumen :	0.795	2.36	2.95	0.205	30.7	Lts/pe <sup>3</sup>

OBSERVACIONES :

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



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



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

## Anexo 5.10. Ensayos del concreto patrón y experimental en estado fresco para probetas cilíndricas



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

Email: lemswyceir@gmail.com

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	16/09/2024	4	10.16
DM-02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	16/09/2024	3 1/2	8.89
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	3 1/4	8.26
DM-04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	3	7.62

**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

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.  
 Referencia : NTP 339.080 : 2017  
 Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	16/09/2024	2.00
DM-02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	16/09/2024	1.60
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	1.70
DM-04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	1.60

**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

**Solicitud de Ensayo** : 2608A\_2024/LMS W&C  
**Solicitante** : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
**Proyecto / Obra** : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 26 de agosto del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
**Fin de Ensayo** : Martes, 17 de setiembre del 2024  
**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.  
**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	16/09/2024	2367
02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	16/09/2024	2339
03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	2320
04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	2310

**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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.  
Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm2	210	16/09/2024	25.0
DM-02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	16/09/2024	26.5
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	29.0
DM-04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	17/09/2024	28.5

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

## Anexo 5.11. Ensayos del concreto patrón y experimental en estado fresco para vigas prismáticas



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Viernes, 20 de setiembre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.035 : 2022

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	19/09/2024	4	10.16
DM-02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	19/09/2024	3 3/5	9.14
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	3 1/2	8.89
DM-04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	3 1/9	7.87

**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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Viernes, 20 de setiembre del 2024  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión.  
Referencia : NTP 339.080 : 2017  
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup>	210	19/09/2024	2.00
DM-02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	19/09/2024	1.70
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	1.50
DM-04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm <sup>2</sup> + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	1.60

**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

**Solicitud de Ensayo** : 2608A\_2024/LMS W&C  
**Solicitante** : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
**Proyecto / Obra** : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 26 de agosto del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Jueves, 19 de setiembre del 2024  
**Fin de Ensayo** : Viernes, 20 de setiembre del 2024  
**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.  
**Referencia** : N.T.P. 339.046 : 2019

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )
01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm2	210	19/09/2024	2364
02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	19/09/2024	2337
03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	2318
04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	2307

**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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : VILCABANA MANAYAY JESÚS ALBERTO  
Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Viernes, 20 de setiembre del 2024  
  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a edición.  
Referencia : N.T.P. 339.184 : 2021

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	M.P : Diseño Patrón 210 Kg/cm2	210	19/09/2024	26.0
DM-02	M.P + 5%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 5% Ceniza de cáscara de Arroz	210	19/09/2024	26.5
DM-03	M.P + 6%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 6% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	27.5
DM-04	M.P + 7%CCA : Diseño Patrón 210 Kg/cm2 + 7% Ceniza de cáscara de Arroz	210	20/09/2024	28.0

**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

## Anexo 5.12. Resistencia a la compresión de concreto patrón y experimental



RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO

Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.034:2021

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	Testigo 1 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	23/09/2024	7	25291	15.02	177	142.71
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	23/09/2024	7	25047	15.07	178	140.36
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	23/09/2024	7	24819	15.06	178	139.33
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	30/09/2024	14	35552	15.07	178	199.36
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	30/09/2024	14	34888	15.12	179	194.44
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	30/09/2024	14	35663	15.16	181	197.58
07	Testigo 7 -D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	38994	15.12	180	217.08
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	39303	15.22	182	216.17
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	38727	15.16	180	214.62
10	Testigo 10 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	38368	15.17	181	212.40

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

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> )
11	Testigo 11 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	23/09/2024	7	24961	15.20	181	137.58
12	Testigo 12 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	23/09/2024	7	25351	15.21	182	139.61
13	Testigo 13 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	23/09/2024	7	25948	15.28	183	141.49
14	Testigo 14 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	30/09/2024	14	36506	15.20	182	201.10
15	Testigo 15 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	30/09/2024	14	37195	15.19	181	205.14
16	Testigo 16 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	30/09/2024	14	36419	15.22	182	200.16
17	Testigo 17 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	40732	15.22	182	223.98
18	Testigo 18 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	40064	15.23	182	219.79
19	Testigo 19 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	40554	15.21	182	223.24
20	Testigo 20 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	40105	15.19	181	221.39

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 15 de octubre del 2024

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

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> )
21	Testigo 21 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	25534	15.22	182	140.28
22	Testigo 22 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	26327	15.24	182	144.38
23	Testigo 23 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	25622	15.23	182	140.67
24	Testigo 24 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	36967	15.22	182	203.32
25	Testigo 25 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	37314	15.21	182	205.24
26	Testigo 26 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	37615	15.25	183	205.92
27	Testigo 27 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	41931	15.29	184	228.40
28	Testigo 28 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	41049	15.24	182	225.05
29	Testigo 29 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	41313	15.27	183	225.71
30	Testigo 30 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	40849	15.26	183	223.29

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 15 de octubre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Método de ensayo.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2021

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> )
31	Testigo 31 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	27513	15.30	184	149.63
32	Testigo 32 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	27290	15.25	183	149.50
33	Testigo 33 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	26840	15.24	182	147.10
34	Testigo 34 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	38761	15.29	184	211.16
35	Testigo 35 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	38591	15.21	182	212.26
36	Testigo 36 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	38100	15.23	182	209.21
37	Testigo 37 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	43141	15.30	184	234.60
38	Testigo 38 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	42335	15.30	184	230.23
39	Testigo 39 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	42040	15.23	182	230.80
40	Testigo 40 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	42521	15.29	184	231.63

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

## Anexo 5.13. Resistencia a la tracción indirecta de concreto patrón y experimental



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
01	Testigo 1 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	23/09/2024	7	119320	151	302	1.67	17.05
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	23/09/2024	7	129870	152	303	1.79	18.28
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	23/09/2024	7	119030	152	301	1.65	16.85
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	30/09/2024	14	160410	153	303	2.21	22.50
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	30/09/2024	14	155870	152	301	2.17	22.14
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	30/09/2024	14	145030	152	303	2.01	20.53
07	Testigo 7 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	180830	153	303	2.49	25.39
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	174160	153	301	2.40	24.49
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	181650	152	303	2.50	25.54
10	Testigo 10 - D.Patrón 210	210	16/09/2024	14/10/2024	28	182300	152	302	2.54	25.87

Donde:

P: Carga  
d: Diámetro  
l: Longitud  
T: Resistencia a la tracción simple.

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 14 de octubre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
11	Testigo 11 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	23/09/2024	7	123100	150	302	1.73	17.61
12	Testigo 12 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	23/09/2024	7	128140	151	302	1.79	18.20
13	Testigo 13 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	23/09/2024	7	132230	150	302	1.85	18.89
14	Testigo 14 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	30/09/2024	14	179410	150	302	2.51	25.64
15	Testigo 15 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	30/09/2024	14	161900	152	301	2.25	22.98
16	Testigo 16 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	30/09/2024	14	169400	153	301	2.35	23.93
17	Testigo 17 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	190100	152	302	2.63	26.84
18	Testigo 18 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	189140	151	301	2.65	26.98
19	Testigo 19 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	196660	150	302	2.75	28.07
20	Testigo 20 - M.P + 5%CCA	210	16/09/2024	14/10/2024	28	198700	153	301	2.74	27.94

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
 Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 15 de octubre del 2024  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
21	Testigo 21 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	131250	152	302	1.83	18.62
22	Testigo 22 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	122910	153	302	1.70	17.31
23	Testigo 23 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	145920	151	302	2.03	20.72
24	Testigo 24 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	192420	152	302	2.67	27.24
25	Testigo 25 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	182890	150	301	2.57	26.19
26	Testigo 26 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	199390	151	300	2.79	28.47
27	Testigo 27 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	200200	151	300	2.81	28.63
28	Testigo 28 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	195160	153	302	2.69	27.41
29	Testigo 29 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	214650	151	302	2.99	30.49
30	Testigo 30 - M.P + 6%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	220710	152	301	3.06	31.22

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : 2608A\_2024/LMS W&C  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"

Ubicación : Dist.Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Martes, 17 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Martes, 15 de octubre del 2024

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.  
 Referencia : N.T.P 339.084: 2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	d (mm)	l (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm²)
31	Testigo 31 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	137210	152	303	1.90	19.34
32	Testigo 32 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	136610	151	301	1.91	19.47
33	Testigo 33 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	24/09/2024	7	140224	150	301	1.97	20.11
34	Testigo 34 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	194270	151	302	2.72	27.69
35	Testigo 35 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	220360	152	300	3.06	31.25
36	Testigo 36 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	1/10/2024	14	219340	153	302	3.04	30.96
37	Testigo 37 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	231240	152	303	3.19	32.57
38	Testigo 38 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	227610	150	301	3.21	32.69
39	Testigo 39 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	215560	151	300	3.02	30.82
40	Testigo 40 - M.P + 7%CCA	210	17/09/2024	15/10/2024	28	207450	151	301	2.91	29.63

Donde:

P: Carga  
 d: Diámetro  
 l: Longitud  
 T: Resistencia a la tracción simple.

**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

## Anexo 5.14. Resistencia a la flexión de concreto patrón y experimental



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de setiembre del 2024  
Fin de Ensayo : Jueves, 17 de octubre del 2024  
Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - D.Patrón 210	19/09/2024	26/09/2024	7	18500	450	151	152	0	2.39	<b>24.33</b>
02	Testigo 2 - D.Patrón 210	19/09/2024	26/09/2024	7	18400	450	152	151	0	2.41	<b>24.61</b>
03	Testigo 3 - D.Patrón 210	19/09/2024	26/09/2024	7	19520	450	150	151	0	2.59	<b>26.36</b>
04	Testigo 4 - D.Patrón 210	19/09/2024	3/10/2024	14	19550	450	151	151	0	2.56	<b>26.06</b>
05	Testigo 5 - D.Patrón 210	19/09/2024	3/10/2024	14	20650	450	151	152	0	2.66	<b>27.16</b>
06	Testigo 6 - D.Patrón 210	19/09/2024	3/10/2024	14	21960	450	152	150	0	2.90	<b>29.56</b>
07	Testigo 7 - D.Patrón 210	19/09/2024	17/10/2024	28	23300	450	152	152	0	3.02	<b>30.75</b>
08	Testigo 8 - D.Patrón 210	19/09/2024	17/10/2024	28	21690	450	152	150	0	2.86	<b>29.20</b>
09	Testigo 9 - D.Patrón 210	19/09/2024	17/10/2024	28	20940	450	150	151	0	2.76	<b>28.09</b>
10	Testigo 10 - D.Patrón 210	19/09/2024	17/10/2024	28	22040	450	151	152	0	2.87	<b>29.28</b>

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Jueves, 19 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Jueves, 17 de octubre del 2024

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2022

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)	M <sub>r</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
11	Testigo 11 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	26/09/2024	7	18920	450	152	152	0	2.45	<b>24.97</b>
12	Testigo 12 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	26/09/2024	7	19680	450	151	150	0	2.61	<b>26.58</b>
13	Testigo 13 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	26/09/2024	7	19980	450	150	151	0	2.66	<b>27.08</b>
14	Testigo 14 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	3/10/2024	14	21980	450	152	152	0	2.84	<b>29.01</b>
15	Testigo 15 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	3/10/2024	14	20650	450	150	150	0	2.75	<b>28.08</b>
16	Testigo 16 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	3/10/2024	14	21970	450	151	151	0	2.90	<b>29.57</b>
17	Testigo 17 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	17/10/2024	28	22080	450	151	151	0	2.89	<b>29.43</b>
18	Testigo 18 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	17/10/2024	28	23100	450	150	151	0	3.06	<b>31.20</b>
19	Testigo 19 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	17/10/2024	28	22490	450	152	150	0	2.96	<b>30.18</b>
20	Testigo 20 - M.P + 5%CCA	19/09/2024	17/10/2024	28	23090	450	151	152	0	2.98	<b>30.37</b>

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 20 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Viernes, 18 de octubre del 2024

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	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)	M <sub>f</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
21	Testigo 21 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	27/09/2024	7	21560	450	152	152	0	2.79	<b>28.45</b>
22	Testigo 22 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	27/09/2024	7	19350	450	151	151	0	2.55	<b>25.96</b>
23	Testigo 23 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	27/09/2024	7	21690	450	150	151	0	2.88	<b>29.39</b>
24	Testigo 44 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	4/10/2024	14	20980	450	152	150	0	2.77	<b>28.24</b>
25	Testigo 25 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	4/10/2024	14	23850	450	151	151	0	3.12	<b>31.79</b>
26	Testigo 26 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	4/10/2024	14	21920	450	150	151	0	2.90	<b>29.61</b>
27	Testigo 27 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	25130	450	151	151	0	3.28	<b>33.49</b>
28	Testigo 28 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	24290	450	151	151	0	3.21	<b>32.70</b>
29	Testigo 29 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	22940	450	150	152	0	3.00	<b>30.58</b>
30	Testigo 30 - M.P + 6%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	23820	450	151	150	0	3.15	<b>32.17</b>

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
 Proyecto / Obra : TESIS "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 26 de agosto del 2024  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 20 de setiembre del 2024  
 Fin de Ensayo : Viernes, 18 de octubre del 2024

Ensayo : CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2022

Muestra N°	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)	M <sub>f</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )
31	Testigo 31 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	27/09/2024	7	20590	450	152	152	0	2.66	<b>27.17</b>
32	Testigo 32 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	27/09/2024	7	22780	450	151	151	0	3.00	<b>30.56</b>
33	Testigo 33 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	27/09/2024	7	21890	450	150	150	0	2.92	<b>29.76</b>
34	Testigo 34 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	4/10/2024	14	24900	450	152	152	0	3.22	<b>32.86</b>
35	Testigo 35 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	4/10/2024	14	23840	450	151	151	0	3.13	<b>31.88</b>
36	Testigo 36 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	4/10/2024	14	22970	450	150	150	0	3.06	<b>31.23</b>
37	Testigo 37 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	25210	450	151	151	0	3.29	<b>33.60</b>
38	Testigo 38 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	24950	450	150	150	0	3.33	<b>33.92</b>
39	Testigo 39 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	26740	450	152	152	0	3.45	<b>35.17</b>
40	Testigo 40 - M.P + 7%CCA	20/09/2024	18/10/2024	28	24420	450	151	151	0	3.19	<b>32.55</b>

D.P 210 = Diseño Patrón 210 Kg/cm<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Anexo 5.15. Resistencia a la abrasión de concreto patrón y experimental



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

**Solicitud de Ensayo** : 2608A\_2024/LMS W&C  
**Solicitante** : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 26 de agosto del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 14 de octubre del 2024

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa	Masa	Desgaste (g)	Desgaste (%)
								Inicial (g)	Final (g)		
M-1	<b>MUESTRA PATRON</b>	16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	846.6	842.4	4.23	0.50
M-2		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	816.4	812.9	3.52	0.43
M-3		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	920.6	916.5	4.08	0.44
M-4		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	810.0	805.2	4.80	0.59
M-5		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	932.0	926.2	5.81	0.62
M-6		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	929.6	923.4	6.24	0.67
M-7		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	886.6	880.7	5.89	0.66
M-8		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	860.1	853.9	6.26	0.73
M-9		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	889.5	882.9	6.62	0.74
	16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	872.5	866.9	5.62	0.64	

NOTA 1: Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos 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

**Solicitud de Ensayo** : 2608A\_2024/LMS W&C  
**Solicitante** : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 26 de agosto del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 14 de octubre del 2024

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	5% Ceniza de cáscara de Arroz	16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	838.6	833.5	5.12	0.61
M-2		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	742.8	739.0	3.78	0.51
M-3		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	846.8	842.0	4.71	0.56
M-4		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	841.1	835.4	5.61	0.67
M-5		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	853.0	846.4	6.59	0.77
M-6		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	835.4	828.8	6.56	0.79
M-7		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	853.2	846.9	6.23	0.73
M-8		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	857.9	851.1	6.80	0.79
M-9		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	868.0	860.2	7.74	0.89
M-10		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	869.2	861.2	7.98	0.92

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**Solicitud de Ensayo** : 2608A\_2024/LMS W&C  
**Solicitante** : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 26 de agosto del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 14 de octubre del 2024

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	6% Ceniza de cáscara de Arroz	16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	955.5	949.1	6.42	0.67
M-2		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	802.6	799.1	3.56	0.44
M-3		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	823.1	819.5	3.58	0.43
M-4		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	826.2	821.0	5.20	0.63
M-5		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	833.2	827.1	6.11	0.73
M-6		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	828.8	822.6	6.22	0.75
M-7		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	817.1	811.5	5.58	0.68
M-8		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	809.1	803.2	5.91	0.73
M-9		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	813.8	807.1	6.70	0.82
M-10		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	815.0	808.1	6.90	0.85

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

**Solicitud de Ensayo** : 2608A\_2024/LMS W&C  
**Solicitante** : VILCABANA MANAYAY, JESÚS ALBERTO  
**Proyecto / Obra** : TESIS: "Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024"  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Dpto. Lambayeque.  
**Fecha de Apertura** : Lunes, 26 de agosto del 2024  
**Inicio de Ensayo** : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
**Fin de Ensayo** : Lunes, 14 de octubre del 2024

**ENSAYO** : Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete or Mortar Surfaces by the Rotating-Cutter Method (Método normalizado para la resistencia a la abrasión del concreto o superficies de mortero mediante el ensayo del rodillo giratorio).

**NORMA** : ASTM C944 / C944M - 12

Muestra	Descripción o nombre de la muestra	Fecha Vaciado	Fecha Ensayo	Edad (días)	Tiempo Abrasión (Minutos)	ciclo	Carga (N)	Masa Inicial (g)	Masa Final (g)	Desgaste (g)	Desgaste (%)
M-1	<b>7% Ceniza de cáscara de Arroz</b>	16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	875.6	872.6	2.99	0.34
M-2		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	868.9	864.8	4.09	0.47
M-3		16/09/2024	23/09/2024	7	2	3	98	877.8	875.4	2.38	0.27
M-4		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	886.1	881.9	4.25	0.48
M-5		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	888.8	884.2	4.65	0.52
M-6		16/09/2024	30/09/2024	14	2	3	98	889.6	884.2	5.37	0.60
M-7		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	879.2	874.2	5.02	0.57
M-8		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	884.0	878.3	5.73	0.65
M-9		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	878.1	872.0	6.09	0.69
M-10		16/09/2024	14/10/2024	28	2	3	98	<b>874.09</b>	<b>867.87</b>	6.22	0.71

NOTA 1 : Según norma se deberá ensayar como mínimo tres especímenes.

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayos realizados por el solicitante.

## Anexo 5.16. Ficha técnica del cemento



# Cemento Portland tipo I

## Requisitos Normalizados

NTP 334.009 Tablas 1 y 3

Resultado promedio de nuestros productos.

### Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO <sub>2</sub> (%)	3.0 máx.	2.7
Pérdida por ignición (%)	3.5 máx.	3.1
Residuo insoluble (%)	1.5 máx.	0.7

### Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	6
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	2600 mín.	3810
Expansión en autoclave (%)	0.90 máx.	0.12
Densidad (g/mL)	A	3.12
Resistencia a la compresión mín. (MPa)		
1 día	A	15.8
3 días	12.0	30.3
7 días	19.0	37.0
28 días <sup>(1)</sup>	28.0	42.1
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	110
Final, no mayor que:	375	238

A No especifica.  
(1) Requisito opcional.

### VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Certificamos que el cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.090.2016.

**Pacasmayo**

## Anexo 5.17. Análisis estadísticos

### Anexo 5.17.1. Análisis estadístico de la resistencia a la compresión

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

#### INFORME ESTADISTICO

**Investigación:** Efectos de la ceniza de cascara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

**Tesista:** Vilcabana Manayay, Jesús Alberto

**Tipo de diseño experimental:** Diseño complementario al azar o aleatorio

- **PROPIEDAD ANALIZADA:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

#### 1. CURADO A LOS 7 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

##### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Compresión_7d	,203	12	,187	,884	12	,098

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.098 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

##### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si  $\text{Sig.} > 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si  $\text{Sig.} < 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

Prueba de homogeneidad de varianzas

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Compresión_7d	Se basa en la media	,337	3	8	,799
	Se basa en la mediana	,076	3	8	,971
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,076	3	6,188	,971
	Se basa en la media recortada	,304	3	8	,822

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $p_{valor} = 0.799 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

### c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)

Las hipótesis son:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y no se efectúa POST HOC
- Si la  $\text{Sig.} < 0.05$ , se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resist\_Compresión\_7d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	152,527 <sup>a</sup>	3	50,842	14,551	,001
Intersección	244427,981	1	244427,981	69957,159	,000
CCA	152,527	3	50,842	14,551	,001
Error	27,952	8	3,494		
Total	244608,460	12			
Total corregido	108,479	11			

a. R al cuadrado = ,845 (R al cuadrado ajustada = ,787)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.001 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Compresión\_7d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	1,2400	1,52621	,847	-3,6475	6,1275
	MP+6%	-,9767	1,52621	,916	-5,8641	3,9108
	MP+7%	-7,9433*	1,52621	,004	-12,8308	-3,0559
MP+5%	MP	-1,2400	1,52621	,847	-6,1275	3,6475
	MP+6%	-2,2167	1,52621	,505	-7,1041	2,6708
	MP+7%	-9,1833*	1,52621	,001	-14,0708	-4,2959
MP+6%	MP	,9767	1,52621	,916	-3,9108	5,8641
	MP+5%	2,2167	1,52621	,505	-2,6708	7,1041
	MP+7%	-6,9667*	1,52621	,008	-11,8541	-2,0792
MP+7%	MP	7,9433*	1,52621	,004	3,0559	12,8308
	MP+5%	9,1833*	1,52621	,001	4,2959	14,0708
	MP+6%	6,9667*	1,52621	,008	2,0792	11,8541

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 3,494.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO con 7% de CCA a los 7 días de curado presenta una resistencia a la compresión entre  $0.001 > \rho_{valor} = 0.004 < 0.01$  y se considera altamente significativo.

## 2. CURADO A LOS 14 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Compresión_14d	,102	12	,200 <sup>*</sup>	,974	12	,951

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.951 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Compresión_14d	Se basa en la media	,916	3	8	,476
	Se basa en la mediana	,232	3	8	,872
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,232	3	5,611	,871
	Se basa en la media recortada	,843	3	8	,508

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.476 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  y ya no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Compresión\_14d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Módulo corregido	295,291 <sup>a</sup>	3	98,430	22,614	,000
Intersección	498123,926	1	498123,926	114441,311	,000
C.C.A.	295,291	3	98,430	22,614	,000
Error	34,821	8	4,353		
Total	498454,039	12			
Total corregido	330,112	11			

a. R al cuadrado = ,895 (R al cuadrado ajustada = ,855)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.

Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.

Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo

Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Compresión\_14d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-5,0067	1,70346	,072	-10,4617	,4484
	MP+6%	-7,7000*	1,70346	,008	-13,1551	-2,2449
	MP+7%	-13,7500*	1,70346	,000	-19,2051	-8,2949
MP+5%	MP	5,0067	1,70346	,072	-,4484	10,4617
	MP+6%	-2,6933	1,70346	,439	-8,1484	2,7617
	MP+7%	-8,7433*	1,70346	,004	-14,1984	-3,2883
MP+6%	MP	7,7000*	1,70346	,008	2,2449	13,1551
	MP+5%	2,6933	1,70346	,439	-2,7617	8,1484
	MP+7%	-6,0500*	1,70346	,031	-11,5051	-,5949
MP+7%	MP	13,7500*	1,70346	,000	8,2949	19,2051
	MP+5%	8,7433*	1,70346	,004	3,2883	14,1984
	MP+6%	6,0500*	1,70346	,031	,5949	11,5051

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 4,353.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO con 7% de CCA a los 14 días de curado presenta una resistencia a la compresión de  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.0001$  y se considera altamente muy significativo. Por otro lado, los resultados de la muestra con 6% de CCA se encuentran entre  $0.001 > \rho_{valor} = 0.008 < 0.01$ , considerándose altamente significativo, mientras que con 5% de CCA no existe significancia ya que  $\rho_{valor} = 0.072 > 0.05$ .

### 3. CURADO A LOS 28 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

#### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Compresión_28d	,100	16	,200 <sup>*</sup>	,974	16	,900

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=16 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.900 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Compresión_28d	Se basa en la media	,019	3	12	,996
	Se basa en la mediana	,037	3	12	,990
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,037	3	10,254	,990
	Se basa en la media recortada	,026	3	12	,994

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.996 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  y no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Compresión\_28d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	586,322 <sup>a</sup>	3	195,441	48,780	,000
Intersección	800300,214	1	800300,214	199747,758	,000
CCA	586,322	3	195,441	48,780	,000
Error	48,079	12	4,007		
Total	800934,614	16			
Total corregido	634,400	15			

a. R al cuadrado = ,924 (R al cuadrado ajustada = ,905)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.

Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.

Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo

Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Compresión\_28d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-7,0325*	1,41537	,002	-11,2346	-2,8304
	MP+6%	-10,5450*	1,41537	,000	-14,7471	-6,3429
	MP+7%	-16,7475*	1,41537	,000	-20,9496	-12,5454
MP+5%	MP	7,0325*	1,41537	,002	2,8304	11,2346
	MP+6%	-3,5125	1,41537	,114	-7,7146	,6896
	MP+7%	-9,7150*	1,41537	,000	-13,9171	-5,5129
MP+6%	MP	10,5450*	1,41537	,000	6,3429	14,7471
	MP+5%	3,5125	1,41537	,114	-,6896	7,7146
	MP+7%	-6,2025*	1,41537	,004	-10,4046	-2,0004
MP+7%	MP	16,7475*	1,41537	,000	12,5454	20,9496
	MP+5%	9,7150*	1,41537	,000	5,5129	13,9171
	MP+6%	6,2025*	1,41537	,004	2,0004	10,4046

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 4,007.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO con 6% y 7% de CCA a los 28 días de curado presenta una resistencia a la compresión de  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.0001$  y se consideran altamente muy significativo, mientras que con 5% de CCA se obtiene un valor  $0.001 > \rho_{valor} = 0.002 > 0.05$  considerándose altamente significativa.

## Anexo 5.17.2. Análisis estadístico de la resistencia a la tracción

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

### ▪ PROPIEDAD ANALIZADA: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

#### 1. CURADO A LOS 7 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

##### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Tracción_7d	,109	12	,200 <sup>*</sup>	,966	12	,870

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $\rho_{valor} = 0.87 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

##### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Tracción_7d	Se basa en la media	2,111	3	8	.177
	Se basa en la mediana	,989	3	8	,145
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,989	3	4,424	,476
	Se basa en la media recortada	2,026	3	8	,189

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.177 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y no se efectúa POST HOC
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Tracción\_7d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8,210 <sup>a</sup>	3	2,737	2,645	.121
Intersección	4123,667	1	4123,667	3985,182	.000
CCA	8,210	3	2,737	2,645	.121
Error	8,278	8	1,035		
Total	4140,155	12			
Total corregido	16,488	11			

a. R al cuadrado = ,498 (R al cuadrado ajustada = ,310)

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la Sig.  $< 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la Sig.  $> 0.05$ , el resultado NO es significativo.

Los valores obtenidos en las muestras de CONCRETO con 0%, 5%, 6% y 7% de CCA a los 7 días de curado presenta una resistencia a la tracción de  $\rho_{valor} = 0.121 > 0.05$ , lo que indica que las medias de los grupos son iguales, aceptando la  $H_0$  e indicando que no existe significancia entre grupos.

## 2. CURADO A LOS 14 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Tracción_14d	,124	12	,200 <sup>*</sup>	,957	12	,740

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.740 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Tracción_14d	Se basa en la media	1,026	3	8	,431
	Se basa en la mediana	,122	3	8	,944
	Se basa en la mediana y con <i>g</i> ajustado	,122	3	4,456	,942
	Se basa en la media recortada	,906	3	8	,480

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.431 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y no se efectúa POST HOC
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Tracción\_14d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	116,531 <sup>a</sup>	3	38,844	19,116	,001
Intersección	7983,553	1	7983,553	3928,817	,000
CCA	116,531	3	38,844	19,116	,001
Error	16,256	8	2,032		
Total	8116,340	12			
Total corregido	132,788	11			

a. R al cuadrado = ,876 (R al cuadrado ajustada = ,832)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.001 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Tracción\_14d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-2,4600	1,16392	,228	-6,1873	1,2673
	MP+6%	-5,5767*	1,16392	,006	-9,3039	-1,8494
	MP+7%	-8,2433*	1,16392	,000	-11,9706	-4,5161
MP+5%	MP	2,4600	1,16392	,228	-1,2673	6,1873
	MP+6%	-3,1167	1,16392	,105	-6,8439	,6106
	MP+7%	-5,7833*	1,16392	,005	-9,5106	-2,0561
MP+6%	MP	5,5767*	1,16392	,006	1,8494	9,3039
	MP+5%	3,1167	1,16392	,105	-,6106	6,8439
	MP+7%	-2,6667	1,16392	,179	-6,3939	1,0606
MP+7%	MP	8,2433*	1,16392	,000	4,5161	11,9706
	MP+5%	5,7833*	1,16392	,005	2,0561	9,5106
	MP+6%	2,6667	1,16392	,179	-1,0606	6,3939

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 2,032.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO a los 14 días de curado con 7% de CCA presenta una resistencia a la tracción altamente muy significativo ya que alcanzo  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.0001$ . Posteriormente, con 6% de CCA el valor de la significancia se encontraba entre  $0.001 > \rho_{valor} = 0.006 < 0.01$  considerándose altamente significativo, mientras con 5% de CCA no existe significancia ya que se obtiene  $\rho_{valor} = 0.228 > 0.05$

### 3. CURADO A LOS 28 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

#### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Tracción_28d	,115	16	,200 <sup>*</sup>	,952	16	,529

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=16 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.529 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).

- Si Sig. < 0.05, se rechaza la H<sub>0</sub> y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Tracción_28d	Se basa en la media	5,478	3	12	.013
	Se basa en la mediana	4,565	3	12	.024
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	4,565	3	8,505	.035
	Se basa en la media recortada	5,454	3	12	.013

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.013 < 0.05$ , lo que indica que se acepta la H<sub>1</sub> y se confirma la heterogeneidad de varianza, por ende, se aplica la prueba Games Howell.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

- H<sub>0</sub>:  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- H<sub>1</sub>: Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig. > 0.05, se rechaza la H<sub>1</sub> y no se efectúa POST HOC
- Si la Sig. < 0.05, se acepta la H<sub>1</sub> y se efectúa POST HOC

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Tracción\_28d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	82,404 <sup>a</sup>	3	27,468	18,508	.000
Intersección	12915,186	1	12915,186	8702,418	.000
CCA	82,404	3	27,468	18,508	.000
Error	17,809	12	1,484		
Total	13015,399	16			
Total corregido	100,213	15			

a. R al cuadrado = .822 (R al cuadrado ajustada = .778)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la H<sub>1</sub> y se realiza la prueba de Games Howell debido a la heterogeneidad de varianzas.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

#### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Tracción\_28d

Games-Howell

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-2,1350 <sup>*</sup>	,43416	,011	-3,6407	-,6293
	MP+6%	-4,1150 <sup>*</sup>	,91709	,042	-8,0127	-,2173
	MP+7%	-6,1050 <sup>*</sup>	,79288	,006	-9,3573	-2,8527
MP+5%	MP	2,1350 <sup>*</sup>	,43416	,011	,6293	3,6407
	MP+6%	-1,9800	,92489	,287	-5,8494	1,8894
	MP+7%	-3,9700 <sup>*</sup>	,80190	,025	-7,2005	-,7395
MP+6%	MP	4,1150 <sup>*</sup>	,91709	,042	,2173	8,0127
	MP+5%	1,9800	,92489	,287	-1,8894	5,8494
	MP+7%	-1,9900	1,13824	,381	-5,9639	1,9839
MP+7%	MP	6,1050 <sup>*</sup>	,79288	,006	2,8527	9,3573
	MP+5%	3,9700 <sup>*</sup>	,80190	,025	,7395	7,2005
	MP+6%	1,9900	1,13824	,381	-1,9839	5,9639

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,484.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO a los 28 días de curado con 7% de CCA presenta una resistencia a la tracción entre  $0.001 > \rho_{valor} = 0.006 < 0.01$ , es decir es altamente muy significativo. Posteriormente, con 5% y 6% de CCA el valor de la significancia se encontraba entre  $0.01 > \rho_{valor} = 0.01$  y  $0.042 < 0.05$  considerándose significativos.

## Anexo 5.17.3. Análisis estadístico de la resistencia a la flexión

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

### ▪ PROPIEDAD ANALIZADA: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

#### 1. CURADO A LOS 7 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

##### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Flexión_7d	,153	12	,200 <sup>*</sup>	,947	12	,590

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $\rho_{valor} = 0.59 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

##### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).

- Si Sig. < 0.05, se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Flexión_7d	Se basa en la media	,694	3	8	,581
	Se basa en la mediana	,163	3	8	,918
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,163	3	7,033	,918
	Se basa en la media recortada	,630	3	8	,616

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.581 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

### c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)

Las hipótesis son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  y no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Flexión\_7d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	29,232 <sup>a</sup>	3	9,744	4,476	,040
Intersección	8814,004	1	8814,004	4048,941	,000
CCA	29,232	3	9,744	4,476	,040
Error	17,415	8	2,177		
Total	8860,651	12			
Total corregido	46,647	11			

a. R al cuadrado = ,627 (R al cuadrado ajustada = ,487)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0,040 < 0,05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Flexión\_7d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-1,1100	1,20468	,795	-4,9678	2,7478
	MP+6%	-2,8333	1,20468	,165	-6,6911	1,0245
	MP+7%	-4,0633*	1,20468	,039	-7,9211	-,2055
MP+5%	MP	1,1100	1,20468	,795	-2,7478	4,9678
	MP+6%	-1,7233	1,20468	,517	-5,5811	2,1345
	MP+7%	-2,9533	1,20468	,144	-6,8111	,9045
MP+6%	MP	2,8333	1,20468	,165	-1,0245	6,6911
	MP+5%	1,7233	1,20468	,517	-2,1345	5,5811
	MP+7%	-1,2300	1,20468	,743	-5,0878	2,6278
MP+7%	MP	4,0633*	1,20468	,039	,2055	7,9211
	MP+5%	2,9533	1,20468	,144	-,9045	6,8111
	MP+6%	1,2300	1,20468	,743	-2,6278	5,0878

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 2,177.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO a los 7 días de curado con 7% de CCA presenta una resistencia a la flexión entre  $0.01 > \rho_{valor} = 0.039 < 0.05$  indicando que es significativa. Por otro lado, con 5% y 6% de CCA no existe significancia ya que se obtiene  $\rho_{valor} = 0.795$  y  $0.165 > 0.05$

## 2. CURADO A LOS 14 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Flexión_14d	,162	12	,200 <sup>*</sup>	,968	12	,890

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.890 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Flexión_14d	Se basa en la media	1,270	3	8	.348
	Se basa en la mediana	,551	3	8	,662
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,551	3	5,327	,668
	Se basa en la media recortada	1,212	3	8	,366

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $p_{valor} = 0.348 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  ya no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Flexión\_14d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	30,976 <sup>a</sup>	3	10,325	5,400	.025
Intersección	10505,042	1	10505,042	5494,005	,000
C.C.A	30,976	3	10,325	5,400	,025
Error	15,297	8	1,912		
Total	10551,315	12			
Total corregido	46,273	11			

a. R al cuadrado = ,669 (R al cuadrado ajustada = ,545)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0,025 < 0,05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Flexión\_14d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-1,2933	1,12904	,674	-4,9089	2,3222
	MP+6%	-2,2867	1,12904	,256	-5,9022	1,3289
	MP+7%	-4,3967*	1,12904	,019	-8,0122	-,7811
MP+5%	MP	1,2933	1,12904	,674	-2,3222	4,9089
	MP+6%	-,9933	1,12904	,815	-4,6089	2,6222
	MP+7%	-3,1033	1,12904	,095	-6,7189	,5122
MP+6%	MP	2,2867	1,12904	,256	-1,3289	5,9022
	MP+5%	,9933	1,12904	,815	-2,6222	4,6089
	MP+7%	-2,1100	1,12904	,312	-5,7256	1,5056
MP+7%	MP	4,3967*	1,12904	,019	,7811	8,0122
	MP+5%	3,1033	1,12904	,095	-,5122	6,7189
	MP+6%	2,1100	1,12904	,312	-1,5056	5,7256

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,912.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO a los 14 días de curado con 7% de CCA presenta una resistencia a la flexión significativa ya que alcanzo  $0.01 > \rho_{valor} = 0.019 < 0.05$ . Posteriormente, con 5% y 6% de CCA el valor de la significancia se encontraba entre  $\rho_{valor} = 0.674$  y  $0.256 > 0.05$  considerándose no significativas

### 3. CURADO A LOS 28 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

#### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Flexión_28d	,129	16	,200 <sup>*</sup>	,967	16	,793

<sup>\*</sup> Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=16 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.793 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0$ :  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).

- Si Sig. < 0.05, se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Flexión_28d	Se basa en la media	,223	3	12	,878
	Se basa en la mediana	,209	3	12	,888
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,209	3	10,808	,888
	Se basa en la media recortada	,222	3	12	,880

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.878 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianza, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  ya no se efectúa POST HOC
- Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Flexión\_28d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	48,040 <sup>a</sup>	3	16,013	14,572	,000
Intersección	15792,949	1	15792,949	14370,944	,000
CCA	48,040	3	16,013	14,572	,000
Error	13,187	12	1,099		
Total	15854,176	16			
Total corregido	61,227	15			

a. R al cuadrado = ,785 (R al cuadrado ajustada = ,731)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.000 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Flexión\_28d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-,9650	,74127	,579	-3,1657	1,2357
	MP+6%	-2,9050*	,74127	,010	-5,1057	-,7043
	MP+7%	-4,4800*	,74127	,000	-6,6807	-2,2793
MP+5%	MP	,9650	,74127	,579	-1,2357	3,1657
	MP+6%	-1,9400	,74127	,091	-4,1407	,2607
	MP+7%	-3,5150*	,74127	,002	-5,7157	-1,3143
MP+6%	MP	2,9050*	,74127	,010	,7043	5,1057
	MP+5%	1,9400	,74127	,091	-,2607	4,1407
	MP+7%	-1,5750	,74127	,200	-3,7757	,6257
MP+7%	MP	4,4800*	,74127	,000	2,2793	6,6807
	MP+5%	3,5150*	,74127	,002	1,3143	5,7157
	MP+6%	1,5750	,74127	,200	-,6257	3,7757

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 1,099.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que la muestra de CONCRETO a los 28 días de curado con 6% y 7% de CCA presenta una resistencia a la flexión entre  $0.001 > \rho_{valor} = 0.01$  y  $0.000 < 0.01$ , es decir es altamente muy significativo. Posteriormente, con 5% de CCA el valor de la significancia fue  $\rho_{valor} = 0.0579 > 0.05$  considerándose no significativo.

## Anexo 5.17.4. Análisis estadístico de la resistencia a la abrasión

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

### ■ PROPIEDAD ANALIZADA: RESISTENCIA A LA ABRASIÓN

#### 1. CURADO A LOS 7 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

##### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Abrasión_7d	,182	12	,200*	,973	12	,940

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $\rho_{valor} = 0.940 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

##### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).

- Si Sig. < 0.05, se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Abrasión_7d	Se basa en la media	2,882	3	8	.103
	Se basa en la mediana	,376	3	8	,773
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,376	3	3,466	,777
	Se basa en la media recortada	2,533	3	8	,130

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.103 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  y no se efectúa POST HOC

Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Resist\_Abrasión\_7d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,067 <sup>a</sup>	3	,022	2,722	,114
Intersección	2,679	1	2,679	328,050	,000
CCA	,067	3	,022	2,722	,114
Error	,065	8	,008		
Total	2,811	12			
Total corregido	,132	11			

a. R al cuadrado = ,505 (R al cuadrado ajustada = ,320)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $p_{valor} = 0.114 > 0.05$ , lo que indica que No existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_0$  y no se realiza el análisis POST HOC.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que las muestras de CONCRETO estudiadas a los 7 días de curado con 5%, 6% y 7% de CCA no presentan significancia.

## 2. CURADO A LOS 14 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Abrasión_14d	,123	12	,200 <sup>*</sup>	,962	12	,812

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=12 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $\rho_{valor} = 0.812 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0$ :  $\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 = \sigma_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Abrasión_14d	Se basa en la media	,481	3	8	,704
	Se basa en la mediana	,068	3	8	,975
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,068	3	6,583	,975
	Se basa en la media recortada	,427	3	8	,739

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $p_{valor} = 0.740 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianzas, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  ya no se efectúa POST HOC

Si la Sig.  $< 0.05$ , se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

Si existe diferencia entre medias, efectuar las consideraciones cuando existe homogeneidad de varianzas y utiliza pruebas POST HOC como:

- La prueba de Tukey (cuando los tamaños de los grupos son iguales)
- La prueba de Scheffe (cuando los tamaños de los grupos son diferentes)

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Abrasión\_14d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,077 <sup>a</sup>	3	,026	7,540	,010
Intersección	5,096	1	5,096	1495,169	,000
CCA	,077	3	,026	7,540	,010
Error	,027	8	,003		
Total	5,200	12			
Total corregido	,104	11			

a. R al cuadrado = ,739 (R al cuadrado ajustada = ,641)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $p_{valor} = 0,01 < 0,05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0,01 \geq \text{Sig.} < 0,05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0,001 \geq \text{Sig.} < 0,01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0,0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0,05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Abrasión\_14d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-,1167	,04767	,145	-,2693	,0360
	MP+6%	-,0767	,04767	,426	-,2293	,0760
	MP+7%	,0933	,04767	,279	-,0593	,2460
MP+5%	MP	,1167	,04767	,145	-,0360	,2693
	MP+6%	,0400	,04767	,835	-,1126	,1926
	MP+7%	,2100*	,04767	,010	,0574	,3626
MP+6%	MP	,0767	,04767	,426	-,0760	,2293
	MP+5%	-,0400	,04767	,835	-,1926	,1126
	MP+7%	,1700*	,04767	,030	,0174	,3226
MP+7%	MP	-,0933	,04767	,279	-,2460	,0593
	MP+5%	-,2100*	,04767	,010	-,3626	-,0574
	MP+6%	-,1700*	,04767	,030	-,3226	-,0174

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,003.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que las muestras de CONCRETO estudiadas a los 14 días de curado con 5%, 6% y 7% de CCA no presentan significancia.

### 3. CURADO A LOS 28 DÍAS

Se debe cumplir con los siguientes supuestos:

#### a. Prueba de Normalidad

Se considera que:

- Si  $n \leq 50$ , se usa La Prueba de Shapiro Wilk
- Si  $n > 50$ , se usa La Prueba de Kolmogorov Smirvor

Las hipótesis son:

- $H_0$ : los grupos tienen distribución normal
- $H_1$ : Los grupos no tienen distribución normal

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig.  $> 0.05$ , se rechaza la  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si la Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la normalidad y se acepta la  $H_1$

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resist_Abrasión_28d	,177	16	,193	,964	16	,738

a. Corrección de significación de Lilliefors

La muestra es  $n=16 \leq 50$ , correspondiendo al uso de la prueba de Shapiro-Wilk. Su valor de significancia es  $p_{valor} = 0.738 > 0.05$ , indicando el rechazo de la  $H_1$ ; es decir existe una distribución normal entre los datos y se efectúa la prueba de homocedasticidad.

#### b. Prueba de Homocedasticidad

Se emplea la Prueba de LEVENE.

Las hipótesis son:

- $H_0: a_1^2 = a_2^2 = a_3^2 = a_t^2$
- $H_1$ : Al menos una varianza difiere.

Consideraciones de significancia:

- Si Sig.  $> 0.05$  se rechaza la  $H_1$  y se considera homogénea. Se considera el análisis de varianza (ANOVA).
- Si Sig.  $< 0.05$ , se rechaza la  $H_0$  y se considera heterogénea. Se considera la Prueba de Games Howell.

**Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resist_Abrasión_28d	Se basa en la media	1,382	3	12	,296
	Se basa en la mediana	1,186	3	12	,356
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,186	3	8,412	,372
	Se basa en la media recortada	1,379	3	12	,297

Considerando la media asociada a la prueba de Levene, los valores de su significancia son  $\rho_{valor} = 0.296 > 0.05$ , lo que indica que se acepta la  $H_0$  y se confirma la homogeneidad de varianza, por ende, se aplica la prueba ANOVA.

**c. Análisis de varianza de medias (ANOVA)**

Las hipótesis son:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$
- $H_1$ : Al menos una media es distinta.

Consideraciones de significancia:

- Si la Sig. > 0.05, se rechaza la  $H_1$  ya no se efectúa POST HOC
- Si la Sig. < 0.05, se acepta la  $H_1$  y se efectúa POST HOC

**Pruebas de efectos inter-sujetos**

Variable dependiente: Resist\_Abrasión\_28d

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	,076 <sup>a</sup>	3	,025	4,973	,018
Intersección	8,703	1	8,703	1716,187	,000
CCA	,076	3	,025	4,973	,018
Error	,061	12	,005		
Total	8,839	16			
Total corregido	,136	15			

a. R al cuadrado = ,554 (R al cuadrado ajustada = ,443)

Los valores obtenidos muestran una significancia de  $\rho_{valor} = 0.018 < 0.05$ , lo que indica que existe diferencia entre al menos dos medias, aceptando la  $H_1$  y se realiza el análisis POST HOC mediante la prueba de Tukey.

Consideraciones de los niveles de significancia:

- Si  $0.01 \geq \text{Sig.} < 0.05$ , el resultado es significativo.
- Si  $0.001 \geq \text{Sig.} < 0.01$ , el resultado es altamente significativo.
- Si la  $\text{Sig.} < 0.0001$ , el resultado es altamente muy significativo
- Si la  $\text{Sig.} > 0.05$ , el resultado NO es significativo.

### Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Resist\_Abrasión\_28d

HSD Tukey

(I) CCA	(J) CCA	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MP	MP+5%	-,1400	,05035	,069	-,2895	,0095
	MP+6%	-,0775	,05035	,446	-,2270	,0720
	MP+7%	,0375	,05035	,877	-,1120	,1870
MP+5%	MP	,1400	,05035	,069	-,0095	,2895
	MP+6%	,0625	,05035	,614	-,0870	,2120
	MP+7%	,1775*	,05035	,019	,0280	,3270
MP+6%	MP	,0775	,05035	,446	-,0720	,2270
	MP+5%	-,0625	,05035	,614	-,2120	,0870
	MP+7%	,1150	,05035	,156	-,0345	,2645
MP+7%	MP	-,0375	,05035	,877	-,1870	,1120
	MP+5%	-,1775*	,05035	,019	-,3270	-,0280
	MP+6%	-,1150	,05035	,156	-,2645	,0345

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = ,005.

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Considerando los resultados obtenidos, se concluye que las muestras de CONCRETO a los 28 días de curado con 5%, 6% y 7% de CCA no presentan significancia, siendo el 5% de CCA la muestra con más bajo valor ( $\rho_{valor} = 0.069$ ) que se acerca al límite de significancia (Sig. 0.05).

## CONCLUSIONES:

Considerando el análisis estadístico se concluye que a los 28 días de curado se logra:

- Respecto a la **resistencia a la compresión**, las muestras con 6% y 7% de CCA presentaron valores altamente muy significativos, mientras que con 5% de CCA alcanzo valores altamente significativos.
- Respecto a la **resistencia a la tracción**, con 7% de CCA se alcanzaron valores altamente muy significativos, mientras que con 5% y 6% de CCA los valores fueron significativos.
- Respecto a la **resistencia a la flexión**, la muestra con 6% y 7% de CCA presentaron valores altamente muy significativos, mientras que con 5% no existe significancia.
- Respecto a la **resistencia a la abrasión**, las muestras con 5%, 6% y 7% de CCA durante sus tiempos de curado de 7, 14 y 28 días no lograron mostrar significancia alguna, a excepción del 5% que a los 28 días obtuvo un valor cercano a la significancia de 0.05.

Finalmente, se obtiene que con 7% de CCA se logra una mezcla de concreto altamente muy significativa que permite optimizar las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión tracción y flexión). Sin embargo, existe la posibilidad que a mayor tiempo de curado con 5% de CCA se logre significancia ya que a 28 días se obtuvo un valor que se aproxima a 0.05.

## Anexo 5.18. Resultados de los ensayos de durabilidad del concreto

### Anexo 5.18.1. Absorción y porcentaje de vacíos en concreto endurecido del concreto patrón y del porcentaje óptimo



**LEMS W&C EIRL**  
Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

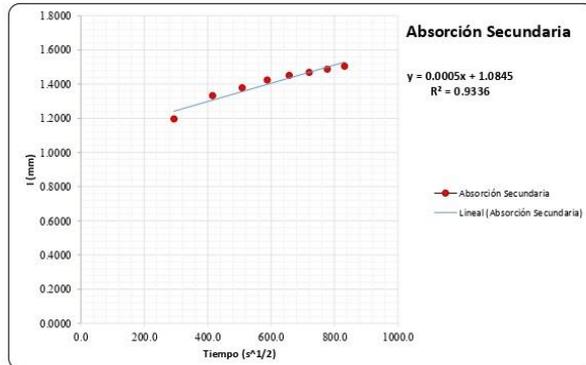
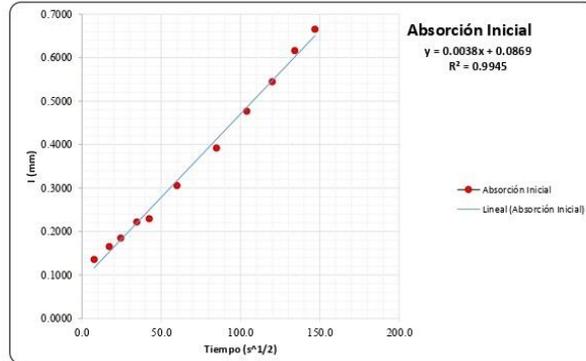
Solicitud de ensayo	:	<b>2608A_2024/LEMS W&amp;C</b>
Solicitante	:	Vilcabana Manayay, Jesús Alberto
Tesis	:	<b>Tesis: Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024</b>
Ubicación	:	Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Ensayo	:	<b>METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCION DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO</b>
Referencia	:	ASTM C-1585
Fecha de inicio ensayo	:	14 de octubre del 2024
Fecha de término ensayo	:	22 de octubre del 2024
Mezcla de concreto	:	Convencional, F'c = 210kg/cm2
Edad	:	28 días
Temperatura	:	23 ± 2°C
Muestras	:	Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador	:	Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta
Tipo de curado	:	Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

#### 1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 245	Masa	Diámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm <sup>2</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )
M-1	920.67	103.17	46.75	8359.55	2.36
M-2	919.17	101.67	45.25	8118.23	2.50
M-3	917.67	100.17	43.75	7880.45	2.66

#### 2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Ritmo de Absorción	TIEMPO	ABSORCIÓN	
	s <sup>1/2</sup>	(mm)	I
Absorción Inicial (Si)	0.0	0.0000	0.0000
	7.7	0.1353	0.1353
	17.3	0.0296	0.1648
	24.5	0.0197	0.1846
	34.6	0.0370	0.2215
	42.4	0.0074	0.2289
	60.0	0.0764	0.3053
	84.9	0.0863	0.3916
	103.9	0.0850	0.4766
	120.0	0.0678	0.5444
Absorción Secundaria (S)	134.2	0.0715	0.6159
	147.0	0.0493	0.6652
	293.9	0.5299	1.1951
	415.7	0.1371	1.3322
	509.1	0.0452	1.3773
	587.9	0.0460	1.4233
	657.3	0.0271	1.4505
	720.0	0.0173	1.4677
	777.4	0.0185	1.4862
	831.4	0.0185	1.5047



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

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

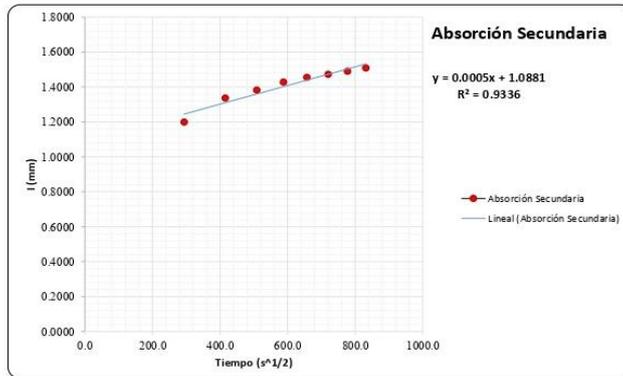
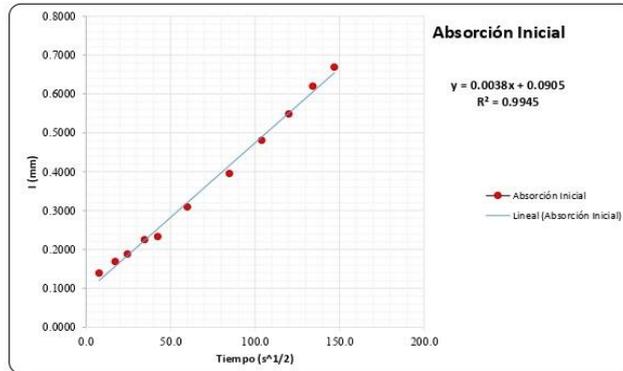
Solicitud de ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Tesis : **Tesis: Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024**  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Ensayo : **MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA VELOCIDAD DE ABSORCIÓN DE LOS CONCRETOS DE CEMENTO HIDRAULICO**  
 Referencia : ASTM C-1585  
 Fecha de inicio ensayo : 14 de octubre del 2024  
 Fecha de término ensayo : 22 de octubre del 2024  
 Mezcla de concreto : Convencional, Fc = 210kg/cm2 + 7% Ceniza de Cáscara de Arroz  
 Edad : 28 días  
 Temperatura : 23 ± 2°C  
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"  
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales y cara no expuesta  
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

1.- DATOS DE LA MUESTRA

Probeta_DP 245	Masa	Diámetro Promedio	Espesor Promedio	Área	Densidad
	(g)	mm	mm	(mm <sup>2</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )
M - 1	920.55	103.03	46.58	8337.14	2.37
M - 2	919.15	101.62	45.18	8110.25	2.51
M - 3	917.75	100.18	43.78	7882.54	2.66

2.- RESULTADOS DEL ENSAYO

Rango de Absorción	TIEMPO		ABSORCIÓN	
	s <sup>1/2</sup>	(mm)	I	
Absorción Inicial (S)	0.0	0.0000	0.0000	
	7.7	0.1389	0.1389	
	17.3	0.0296	0.1685	
	24.5	0.0197	0.1882	
	34.6	0.0370	0.2251	
	42.4	0.0074	0.2325	
	60.0	0.0764	0.3089	
	84.9	0.0863	0.3952	
	103.9	0.0850	0.4802	
	120.0	0.0678	0.5480	
	134.2	0.0715	0.6195	
Absorción Secundaria (Ss)	147.0	0.0493	0.6688	
	293.9	0.5299	1.1987	
	415.7	0.1371	1.3358	
	509.1	0.0452	1.3810	
	587.9	0.0460	1.4270	
	657.3	0.0271	1.4541	
	720.0	0.0173	1.4713	
	777.4	0.0185	1.4898	
831.4	0.0185	1.5083		



## Anexo 5.18.2. Penetración del Ión Cloruro del concreto patrón y del porcentaje óptimo



Certificado INDECOPi N°0137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo - Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: lemswycer@gmail.com

Solicitud de ensayo	:	<b>2608A_2024/LMS W&amp;C</b>
Solicitante	:	Vilcabana Manayay, Jesús Alberto
Proyecto / Obra	:	Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024
Ubicación	:	Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de vaciado	:	Lunes, 16 de setiembre del 2024
Ensayo	:	MÉTODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO
Referencia	:	ASTM C-1202-17
Mezcla de concreto	:	Convencional, f'c = 210kg/cm2- Cemento Pacasmayo Tipo I
Edad	:	28 días
Temperatura	:	23 ± 2°C
Muestras	:	Probetas estandarizadas D=4"
Tipo de Sellador	:	Silicona líquida en las caras laterales
Tipo de curado	:	Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

DATOS DE LAS PROBETAS PARA EL ENSAYO DE PENETRACION DE ION CLORURO								
PROBETA_DP 210	DIAMETRO				ESPOSOR			
	Muestra	D 1(mm)	D 2mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)
DP-1	100.49	100.37	100.71	<b>100.52</b>	51.21	51.00	51.04	<b>51.08</b>
DP-2	100.23	100.56	100.47	<b>100.42</b>	51.91	51.96	51.64	<b>51.84</b>
DP-3	100.62	101.41	100.34	<b>100.79</b>	51.09	51.73	51.18	<b>51.33</b>

Registro de Datos				
Dato N°	t (30min)	DP-1	DP-2	DP-3
		in (A)	in (A)	in (A)
1	0	0.01037	0.01043	0.01040
2	30	0.01038	0.01044	0.01041
3	60	0.01040	0.01046	0.01043
4	90	0.01041	0.01047	0.01044
5	120	0.01043	0.01049	0.01046
6	150	0.01044	0.01052	0.01047
7	180	0.01044	0.01053	0.01050
8	210	0.01046	0.01055	0.01050
9	240	0.01046	0.01056	0.01052
10	270	0.01049	0.01058	0.01053
11	300	0.01050	0.01059	0.01055
12	330	0.01052	0.01059	0.01056
13	360	0.01054	0.01061	0.01058



### DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	225.6354
DP-2	227.286
DP-3	226.503
<b>Qpromedio (Coulombs)= 226.4748</b>	

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)  
I<sub>0</sub> = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión  
I<sub>t</sub> = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

### AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:

Muestras	Q <sub>s</sub> (coulombs)
DP-1	201.521
DP-2	203.413
DP-3	201.227
<b>Qpromedio (Coulombs)= 202.054</b>	

$$Q_s = Q \times \left( \frac{95}{D_{prom}} \right)^2$$

Donde: Q<sub>s</sub> = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro  
Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de D<sub>prom</sub> de diámetro

### COMPARACIÓN:

PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

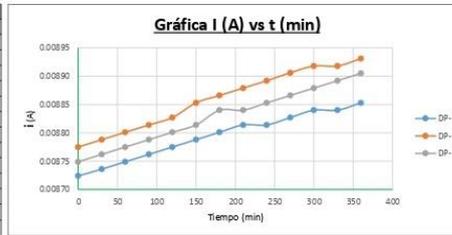
MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL ION CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
<b>EVALUACION PROMEDIO</b>	<b>MUY BAJA</b>



Solicitud de ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vicabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto / Obra : Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Ensayo : METODO DE PRUEBA PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A LA PENETRACIÓN DEL IÓN CLORURO  
 Referencia : ASTM C-1202-17  
 Mezcla de concreto : Convencional,  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ - Cemento Pacasmayo Tipo I + 7% de Ceniza de Cáscara de Arroz  
 Edad : 28 días  
 Temperatura :  $23 \pm 2^\circ\text{C}$   
 Muestras : Probetas estandarizadas D=4"  
 Tipo de Sellador : Silicona líquida en las caras laterales  
 Tipo de curado : Curado normalizado en pozas de agua del laboratorio

PROBETA_DP 210	DIAMETRO				ESPESOR				
	Muestra	D 1(mm)	D 2(mm)	D 3(mm)	Dprom (mm)	e- 1(mm)	e- 2(mm)	e- 3(mm)	Dprom (mm)
DP-1	100.10	100.17	100.11	100.13	50.11	50.00	50.24	50.12	50.12
DP-2	100.13	100.46	100.47	100.35	50.21	50.26	50.34	50.27	50.27
DP-3	100.32	101.11	100.24	100.56	50.19	50.23	50.48	50.30	50.30

Registro de Datos		DP-1	DP-2	DP-3
Dato N°	t (30 min)	in (A)	in (A)	in (A)
1	0	0.00872	0.00878	0.00875
2	30	0.00874	0.00879	0.00876
3	60	0.00875	0.00880	0.00878
4	90	0.00876	0.00881	0.00879
5	120	0.00878	0.00883	0.00880
6	150	0.00879	0.00885	0.00881
7	180	0.00880	0.00887	0.00882
8	210	0.00881	0.00888	0.00884
9	240	0.00881	0.00889	0.00885
10	270	0.00883	0.00891	0.00887
11	300	0.00884	0.00892	0.00888
12	330	0.00884	0.00892	0.00889
13	360	0.00885	0.00893	0.00891



**DETERMINACIÓN DE CARGA QUE PASA:**

Muestras	Q (coulombs)
DP-1	189.9621
DP-2	191.367
DP-3	190.6866
Qpromedio (Coulombs)=	190.6719

$$Q = 900(I_0 + 2I_{30} + 2I_{60} + 2I_{90} + 2I_{120} + 2I_{150} + \dots + 2I_{330} + I_{360})$$

Donde: Q = Carga pasada (coulombs)  
 $I_0$  = Corriente (amperios), inmediatamente después de aplicar la tensión  
 $I_t$  = Corriente (amperios), t minutos después de aplicar la tensión

**AJUSTES DEL VALOR DE LA CARGA:**

Muestras	Qs (coulombs)
DP-1	171.007
DP-2	171.495
DP-3	170.195
Qpromedio (Coulombs)=	170.899

$$Q_s = Q \times \left(\frac{95}{D_{prom}}\right)^2$$

Donde: Qs = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de 95 mm de diámetro  
 Q = Carga pasada (coulombs) a través de una muestra de Dprom de diámetro

**COMPARACIÓN:**

PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO BASADA EN LA CARGA PASADA	
CARGA PASADA (COULOMBS)	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
>4000	ALTA
2000 - 4000	MODERADA
1000 - 2000	BAJA
100 - 1000	MUY BAJA
<100	INELEGIBLE

MUESTRAS	PENETRABILIDAD DEL IÓN CLORURO
DP-1	MUY BAJA
DP-2	MUY BAJA
DP-3	MUY BAJA
EVALUACION PROMEDIO	MUY BAJA

## Anexo 5.18.3. Penetración de agua del concreto patrón y del porcentaje óptimo



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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
Proyecto / Obra : Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024  
  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de Apertura : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
Inicio de Ensayo : Martes, 15 de octubre del 2024  
Fin de Ensayo : Viernes, 18 de octubre del 2024  
  
Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.  
Norma : UNE-EN12390-8  
Mezcla de concreto :  $f'c = 210 \text{ kg/m}^2$   
R a/c diseño : 0.64  
Edad : 28 días

Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm <sup>2</sup> )	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO CONVENCIONAL 210	28	15/10/2024	18/10/2024	10:00 a. m.	10:00 a. m.	72	A	32.00	33.16	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	31.55		
M-02	CONCRETO CONVENCIONAL 210	28	15/10/2024	18/10/2024	10:00 a. m.	10:00 a. m.	72	A	34.71		
								B	32.07		
M-03	CONCRETO CONVENCIONAL 210	28	15/10/2024	18/10/2024	10:00 a. m.	10:00 a. m.	72	A	34.58		
								B	34.07		

NOTA:  
- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.  
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

Solicitud de Ensayo : **2608A\_2024/LMS W&C**  
 Solicitante : Vilcabana Manayay, Jesús Alberto  
 Proyecto / Obra : Efectos de la ceniza de cáscara de arroz sobre las propiedades mecánicas y durabilidad de un concreto convencional, Lambayeque-2024

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de Apertura : Lunes, 16 de setiembre del 2024  
 Inicio de Ensayo : Viernes, 18 de julio del 2024  
 Fin de Ensayo : Lunes, 21 de octubre del 2024

Ensayo : ENSAYOS DE HORMIGÓN ENDURECIDO: - Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión.  
 Norma : UNE-EN12390-8  
 Mezcla de concreto : f'c= 210 kg/m2  
 R/a/c diseño : 0.64  
 Edad : 28 días

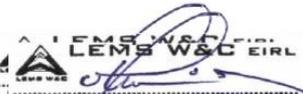
Muestra N°	Descripción de la Muestra (kg/cm2)	Edad (Días)	Fecha		Hora		Tiempo (72 ± 2 Horas)	Cara	Penetración Máxima (mm)		
			Inicio	Final	Inicio	Final			Unidad	Promedio	Clase de exposición
M-01	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% CCA	28	18/10/2024	21/10/2024	10:00 a. m.	10:00 a. m.	72	A	39.22	36.78	CUMPLE para elementos en masa o armados
								B	38.27		
M-02	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% CCA	28	18/10/2024	21/10/2024	10:00 a. m.	10:00 a. m.	72	A	40.12		
								B	39.56		
M-03	CONCRETO PATRÓN 210 + 7% CCA	28	18/10/2024	21/10/2024	10:00 a. m.	10:00 a. m.	72	A	31.53		
								B	31.99		

NOTA:

- PRESIÓN APLICADA: 500 kPa aplicada desde la base de la probeta.

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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

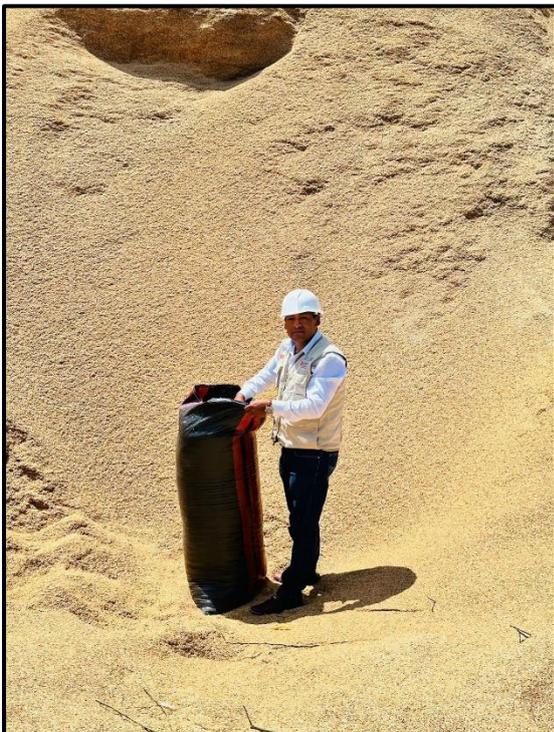


**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Anexo 6. Otras evidencias

Anexo 6.1. Panel fotográfico

Anexo 6.1.1. Obtención de la cáscara de arroz



Recolección de la cáscara de arroz: Piladora "EL MISTI" – Lambayeque

## Anexo 6.1.2. Calcinación de la cáscara de arroz



Obtención de la ceniza de cáscara de arroz.

### Anexo 6.1.3. Características físicas de la CCA



Finura de la CCA



Densidad de la CCA

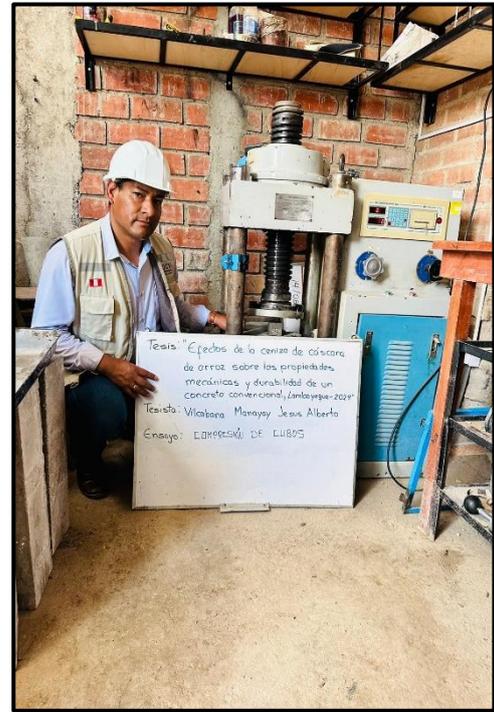
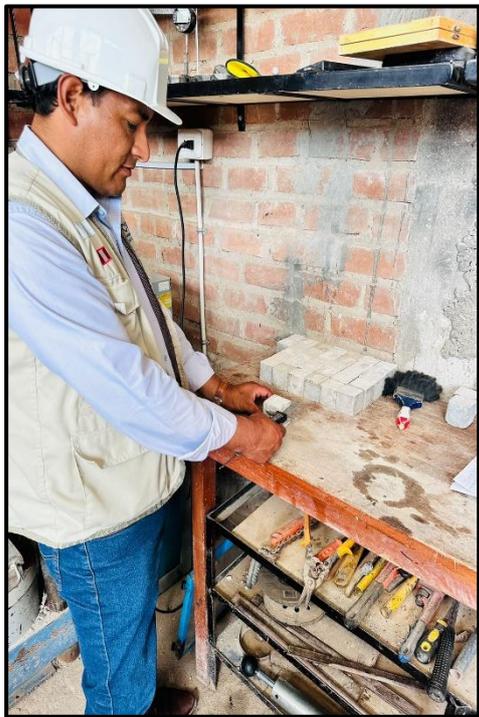


Contenido de  
Humedad de la CCA



Proceso de Molienda  
de la CCA

## Índice de actividad puzolánica de la CCA



## Anexo 6.1.4. Caracterización física de los agregados para el diseño de mezcla

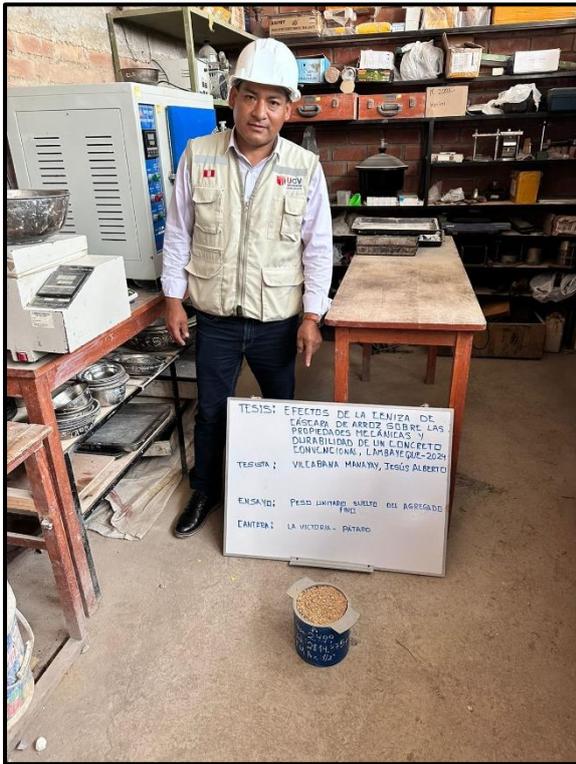
### Anexo 6.1.4.1. Ensayo de abrasión de los Ángeles de la canteras: Tres Tomas, La Victoria y Pacherez



## Anexo 6.1.4.2. Ensayos: granulométrico- Agregado Fino y Grueso



### Anexo 6.1.4.3. Ensayos: peso unitario suelto y compactado- Agregado Fino y Grueso



### Anexo 6.1.4.4. Ensayos: peso unitario suelto y compactado- Agregado Fino y Grueso



Anexo 6.1.4.5. Ensayos: peso específico y absorción, y contenido de humedad - Agregado Fino y Grueso



Anexo 6.1.5. Elaboración de probetas y ensayos de la propiedades físicas del concreto en estado fresco



Limpeza de los moldes



Colocación de la ceniza a la mezcla



Vaciado de concreto a los moldes



Colocación del concreto en 3 capas, dando 25 golpes por cana.

Anexo 6.1.5.1. Ensayo de Asentamiento del concreto patrón y con 5%, 6% y 7% de CCA



## Anexo 6.1.5.2. Ensayo de Peso unitario del concreto patrón y con 5%, 6% y 7% de CCA



Anexo 6.1.5.3. Ensayo de contenido de aire del concreto patrón y con 5%, 6% y 7% de CCA



### Anexo 6.1.5.4. Ensayo de Temperatura del concreto patrón y con 5%, 6% y 7% de CCA



## Anexo 6.2. Normativas utilizadas en la investigación



Designation: C 618 – 03

### Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation C 618; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.

#### 1. Scope \*

1.1 This specification covers coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete where cementitious or pozzolanic action, or both, is desired, or where other properties normally attributed to fly ash or pozzolans may be desired, or where both objectives are to be achieved.

NOTE 1—Finely divided materials may tend to reduce the entrained air content of concrete. Hence, if a fly ash or natural pozzolan is added to any concrete for which entrainment of air is specified, provision should be made to ensure that the specified air content is maintained by air content tests and by use of additional air-entraining admixture or use of an air-entraining admixture in combination with air-entraining hydraulic cement.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as the standard.

1.3 The text of this standard references notes and footnotes, which provide explanatory information. These notes and footnotes (excluding those in tables and figures) shall not be considered as requirements of the standard.

#### 2. Referenced Documents

##### 2.1 ASTM Standards:

- C 125 Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates<sup>2</sup>
- C 311 Test Methods for Sampling and Testing Fly Ash or Natural Pozzolans for Use in Portland-Cement Concrete<sup>2</sup>

#### 3. Terminology

##### 3.1 Definitions:

3.1.1 The terms used in this specification are defined in Terminology C 125.

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee C09 on Concrete and Concrete Aggregates and is the direct responsibility of Subcommittee C09.24 on Supplementary Cementitious Materials. Current edition approved Jan. 10, 2003. Published February 2003. Originally approved in 1968. Last previous edition approved in 2002 as C 618-02.

<sup>2</sup> Annual Book of ASTM Standards, Vol 04.02.

3.1.2 *fly ash*—the finely divided residue that results from the combustion of ground or powdered coal and that is transported by flue gasses.

NOTE 2—This definition of fly ash does not include, among other things, the residue resulting from: (1) the burning of municipal garbage or any other refuse with coal; (2) the injection of lime directly into the boiler for sulfur removal; or (3) the burning of industrial or municipal garbage in incinerators commonly known as "incinerator ash."

#### 4. Classification

4.1 *Class N*—Raw or calcined natural pozzolans that comply with the applicable requirements for the class as given herein, such as some diatomaceous earths; opaline cherts and shales; tuffs and volcanic ashes or pumicites, calcined or uncalcined; and various materials requiring calcination to induce satisfactory properties, such as some clays and shales.

4.2 *Class F*—Fly ash normally produced from burning anthracite or bituminous coal that meets the applicable requirements for this class as given herein. This class of fly ash has pozzolanic properties.

4.3 *Class C*—Fly ash normally produced from lignite or subbituminous coal that meets the applicable requirements for this class as given herein. This class of fly ash, in addition to having pozzolanic properties, also has some cementitious properties.

NOTE 3—Some Class C fly ashes may contain lime contents higher than 10%.

#### 5. Ordering Information

5.1 The purchaser shall specify any supplementary optional physical requirements.

5.2 The purchaser shall indicate which procedure, A or B, shall be used when specifying requirements for effectiveness in contribution to sulfate resistance under Table 3.

#### 6. Chemical Composition

6.1 Fly ash and natural pozzolans shall conform to the requirements as to chemical composition prescribed in Table 1.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

## CEMENTOS. Ceniza volante y puzolana natural cruda o calcinada para uso en concreto. Especificaciones

CEMENT. Coal fly ash and raw or calcined natural pozzolans for use in concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C618-08a Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2011-02-02**  
**2ª Edición**

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

---

NTP 334.045  
2010

---

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI  
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

---

## CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la finura del cemento Portland por el tamiz de 45 $\mu\text{m}$ (No. 325)

CEMENT. Test Method for determining Fineness of Portland Cement by the 45  $\mu\text{m}$  (No. 325) Sieve

**2010-09-08**  
**3ª Edición**

R.0018-2010/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-09-26

Precio basado en 07 páginas

IC.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Cemento, método, ensayo, finura, Portland, tamiz

## CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland

CEMENT. Standard test method for density of portland cement

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C188 - 09 Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2011-09-28**  
**3ª Edición**

**CEMENTOS. Método de ensayo para determinar el índice de actividad a la resistencia en concreto de cemento Pórtland**

CEMENTS. Standard test method to determine the resistance activity index in concrete of Portland cement

**2018-12-28**  
**5ª Edición**

## **CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado**

**CEMENTS. Test Method for determining compressive strength of Portland Cement Mortars using 50 mm cube specimens**

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C109/C109M-2012 Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in (50 mm) Cube Specimens), Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2013-12-26  
5ª Edición**

R.0113-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-01-16

I.C.S.:91.100.10

Descriptores: Resistencia a la compresión, mortero de Cemento Portland, resistencia del cemento, resistencia del mortero, resistencia

Precio basado en 30 páginas

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

© ASTM 2012 - © INDECOPI 2013

Designación: ASTM C 131 - 01

## Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles<sup>1</sup>

Esta norma ha sido editada con la designación C 131; el número que sigue inmediatamente a la designación señala su año de adopción original o, en caso de revisión, el año de la última revisión. Un número en paréntesis indica el año de la última aprobación. Una letra epsilon en superíndice (*ε*) señala un cambio editorial desde la última revisión o aprobación.

Esta norma ha sido aprobada para su uso por el Departamento de Defensa.

### 1. Alcances\*

1.1 Este método de ensayo describe un procedimiento para ensayar tamaños de áridos gruesos menores a los 37,5 mm (1 1/2 pulg) para la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de ensayo Los Angeles.

Nota 1 - Un procedimiento para ensayar los áridos gruesos mayores de 19,0 mm (3/4 pulg) se encuentra en el Método de Ensayo C 535.

1.2 Los valores establecidos en unidades del SI constituyen la norma. Los valores entre paréntesis son informativos.

1.3 *Esta norma no se refiere a todas las medidas de seguridad si las hubiera, asociadas con su uso. Es de responsabilidad del usuario de estas normas el establecer las medidas y prácticas de seguridad y salud personal necesarias y determinar la aplicación de las limitaciones reglamentarias con anterioridad a su uso.*

### 2. Documentos de referencia

2.1 Normas ASTM:

C 125 Terminología relacionada con el hormigón y áridos para el hormigón.<sup>2</sup>

C 136 Método de ensayo para determinar el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos.<sup>2</sup>

C 535 Método de Ensayo para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de gran tamaño por abrasión e impacto en la Máquina Los Angeles<sup>2</sup>

C 670 Práctica para la preparación de los informes de precisión y sesgo para los métodos de ensayo de los materiales para la construcción.<sup>2</sup>

C 702 Práctica para reducir las muestras de áridos al tamaño para los ensayos.<sup>2</sup>

D 75 Práctica para el muestreo de los áridos.<sup>3</sup>

E 11 Especificaciones para los tamices de malla para fines de ensayo.<sup>4</sup>

### 3. Terminología

3.1 *Definiciones* - Las definiciones de los términos usados en este método de ensayo se encuentran en Terminología C 125.

### 4. Resumen del método de ensayo

4.1 Este método de ensayo es una medida de la degradación de los áridos minerales de granulometría estándar. Estos resultados provienen de una combinación de acciones como abrasión o

desgaste, impacto y trituración, efectuadas en un tambor de acero que contiene un número especificado de esferas de acero. El número de esferas depende de la granulometría de la muestra de ensayo. A medida que el tambor gira, una placa recoge la muestra y las esferas de acero, las traslada hasta el lado opuesto del tambor donde las deja caer, creando un efecto de impacto y trituración. Luego el contenido gira dentro del tambor con una acción abrasiva y trituradora hasta que la placa toma la muestra y las esferas de acero y el ciclo se repite. Después de un determinado número de revoluciones, el contenido es retirado del tambor y la porción de áridos es tamizada para medir la degradación como porcentaje de pérdida.

### 5. Significado y uso

5.1 Este método de ensayo ha sido ampliamente empleado como indicador de la calidad relativa de diversas fuentes de áridos que poseen una composición mineral similar. Los resultados no permiten hacer automáticamente comparaciones válidas entre fuentes distintas en su origen, composición o estructura. Se deben asignar los límites de las especificaciones basadas en este ensayo con extremo cuidado considerando los tipos de áridos disponibles y su comportamiento histórico en usos específicos.

\* Al final de la norma aparece un resumen de los cambios efectuados

<sup>1</sup> Este método de ensayo se encuentra bajo la jurisdicción del Comité C09 de la ASTM sobre Hormigón y Áridos para hormigón y es de responsabilidad directa del Subcomité C09.20 sobre Áridos de peso normal.

La presente edición fue aprobada con fecha 10 de agosto de 2001. Publicada en octubre de 2001. Originalmente publicada como C 131 - 37T. La edición anterior es C 131 - 96.

<sup>2</sup> Anuario de normas ASTM, Vol. 04.02.

<sup>3</sup> Anuario de normas ASTM, Vol. 04.03.

<sup>4</sup> Anuario de normas ASTM, Vol. 14.02.

## AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo

AGGREGATES. Relative density (specific weight) and absorption of coarse aggregate. Test method

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C127:2015 Standard test method for density, relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate. Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. - Reimpreso por autorización de ASTM International

**2020-11-05**  
**4ª Edición**

R.D. N° 030-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-11-26

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, agregado fino, densidad relativa, gravedad específica

**AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo**

AGGREGATES. Determination of relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate. Test method

**2021-10-29**  
**4ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 17 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Absorción, agregado, densidad aparente, densidad relativa aparente, densidad, agregado fino; densidad relativa, gravedad específica

## AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo

AGGREGATES. Sieve analysis of fine and coarse aggregate. Test method

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 136/C136M:2019 Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International.

**2021-10-29**

**4ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregado, agregado grueso, agregado fino, serie, gradación, análisis por tamizado, análisis granulométrico

## AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados

AGGREGATES. Test method for bulk density (“Unit Weight”) and voids in aggregate standard test method for soundness of aggregates by use of sodium sulfate or magnesium sulfate

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C29/C29M-17a, Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2020-01-29**  
**4ª Edición**

R.D. N° 001-2020-INACAL/DN. Publicada el 2020-02-18

Precio basado en 14 páginas

I.C.S.: 19.060

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregados, densidad de masa, agregado grueso, densidad, agregado fino, peso unitario, vacíos en agregados

**AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo**

AGGREGATES. Determination of the total evaporable moisture content of aggregates by drying. Test method

**2021-10-29**  
**3ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 10 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Agregados, secado, contenido de humedad

**CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de  
cemento hidráulico. Método de ensayo**

CONCRETE. Measure slump of hydraulic - cement concrete. Test method

**2022-03-15  
5ª Edición**

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 11 páginas

I.C.S.: 91.100.30

**ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**

Descriptores: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

## CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión

CONCRETE. Standard test method for determining air content of freshly mixed concrete by the pressure method

2017-12-27  
3ª Edición

R.D. N° 057-2017-INACAL/DN. Publicada el 2018-01-03

Precio basado en 31 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Contenido de aire; calibración; concreto; factor de corrección; recipiente de medida; presión; bomba; peso unitario

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

CONCRETE Standard test method for density (unit weight), yield, and air content (gravimetric) of concrete

**2019-11-18**  
**3ª Edición**

## CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo

CONCRETE. Determination of the temperature of freshly mixed hydraulic cement concrete. Test method

**2021-10-29**  
**3ª Edición**

**CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo**

CONCRETE. Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

**2021-10-29**  
**5ª Edición**

R.D. N° 027-2021-INACAL/DN. Publicada el 2021-11-15

Precio basado en 25 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Núcleo de concreto, cilindro de concreto, resistencia del concreto, fuerza de compresión, centro, núcleo perforado

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

CONCRETE. Standardized test method for the determination of the indirect tensile strength of concrete, by diametral compression of a cylindrical specimen

**2022-12-29**  
**4ª Edición**

CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo

CONCRETE. Determination of flexural strength for concrete using simple beam with third-point loading. Test method

2022-03-15  
4ª Edición

R.D. N° 002-2022-INACAL/DN. Publicada el 2022-03-24

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Concreto, vigas, resistencia a la flexión

## Anexo 6.3. Certificado de calibración de los equipos usados para los resultados



# 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. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: *wtenwa22bp*

Pág. 1 de 1

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	MAQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL (PRENSA MULTIUSOS)
Marca	FORNEY
Modelo	LA-3626-220
N° de serie	2491
Identificación	NO INDICA
Procedencia	U.S.A.
Intervalo de indicación	0 kgf a 5000 kgf
Resolución	0,1 kgf
Clase de exactitud	NO INDICA
Modo de fuerza	Compresión
Indicador Digital	
Marca	HIWEIGH
Modelo	315
Serie	NO INDICA
Resolución	0,1 kgf
Transductor de Presión	
Marca	ZEMIC
Modelo	H3-C3-5.ot-6B-C
Serie	M2D023720
5. Fecha de calibración	2024-05-18

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.

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

Este 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

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:16-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 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 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	21,3 °C	21,6 °C
Humedad relativa	66 %	71 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 10 t con una incertidumbre de 44 kg	INF-LE N° 070-24 A

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALBRADO
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Error de medición	
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		
		Ascenso	Ascenso	Ascenso	Descenso	Ascenso		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	
10	500,00	497,71	497,21	498,21	--	--	497,71	2,29
20	1000,00	997,29	997,29	998,30	--	--	997,63	2,37
30	1500,00	1504,91	1499,89	1500,90	--	--	1501,90	-1,90
40	2000,00	2003,51	2002,51	2005,52	--	--	2003,85	-3,85
50	2500,00	2505,64	2504,13	2508,15	--	--	2505,97	-5,97
60	3000,00	3008,78	3006,77	3011,29	--	--	3008,95	-8,95
70	3500,00	3511,93	3509,93	3514,44	--	--	3512,10	-12,10
80	4000,00	4015,10	4012,59	4017,61	--	--	4015,10	-15,10
90	4500,00	4518,28	4515,27	4520,28	--	--	4517,94	-17,94
100	5000,00	5021,97	5019,96	5024,48	--	--	5022,14	-22,14

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q	b	v	a	%	
%	kgf	%	%	%	%	%	
10	500	0,46	0,20	--	0,02	--	1,18
20	1000	0,24	0,10	--	0,01	--	0,83
30	1500	-0,13	0,33	--	0,01	--	0,78
40	2000	-0,19	0,15	--	0,01	--	0,72
50	2500	-0,24	0,16	--	0,00	--	0,71
60	3000	-0,30	0,15	--	0,00	--	0,70
70	3500	-0,34	0,13	--	0,00	--	0,69
80	4000	-0,38	0,12	--	0,00	--	0,69
90	4500	-0,40	0,11	--	0,00	--	0,69
100	5000	-0,44	0,09	--	0,00	--	0,69

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación q	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución relativa a	Cero f0
%	%	%	%	%	%
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> ) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-090-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 4 de 4

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	<b>MAQUINA DE ENSAYO UNIAIXIAL (PRENSA DE CONCRETO)</b>
Marca	TECNICAS CP
Modelo	STYE-2000B
N° de serie	131214
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Intervalo de indicación	0 kN a 2000 kN
Resolución	0,02 kN
Clase de exactitud	NO INDICA
Modo de fuerza	Compresión
Indicador Digital	
Marca	TECNICAS CP
Modelo	STYE-2000R
Serie	131214
Resolución	0,02 kN
Transductor de Presión	
Marca	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
5. Fecha de calibración	2024-09-03

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.

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

Este 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

2024-09-08



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 08/09/2024 09:58:58-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 4

### 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 del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Instalaciones de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	20,0 °C	22,9 °C
Humedad relativa	65 %	58 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PUCP	Celda de carga de 150 t con una incertidumbre de 272 kg	INF-LE N° 070-24 B

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO
- El instrumento a calibrar no indica la clase, sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase 1 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-F-0162-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Indicación de la máquina de ensayo		Indicación del transductor de fuerza patrón					Error de medición kN	
		1ra Serie	2da Serie	3ra Serie		4ta Serie Accesorios		Promedio kN
		Ascenso kN	Ascenso kN	Ascenso kN	Descenso kN	Ascenso kN		
%	kN							
10	100,00	100,23	100,58	100,33	--	--	100,38	-0,38
20	200,00	200,93	199,90	200,83	--	--	200,55	-0,55
30	300,00	298,34	297,75	297,95	--	--	298,01	1,99
40	400,00	397,65	399,07	399,51	--	--	398,75	1,25
50	500,00	497,80	496,82	498,43	--	--	497,68	2,32
60	600,00	596,08	593,09	597,25	--	--	595,47	4,53
70	700,00	697,73	692,97	698,47	--	--	696,39	3,61
80	800,00	795,31	792,12	798,54	--	--	795,32	4,68
90	900,00	897,06	891,07	899,42	--	--	895,85	4,15
100	1000,00	996,89	991,92	995,83	--	--	994,88	5,12

Indicación de la máquina de ensayo		Errores relativos de medición					Incertidumbre de medición relativa %
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución relativa	Error con accesorios	
		q %	b %	v %	a %	%	
10	100	-0,38	0,34	--	0,02	--	0,95
20	200	-0,27	0,51	--	0,01	--	0,62
30	300	0,67	0,20	--	0,01	--	0,43
40	400	0,31	0,47	--	0,01	--	0,46
50	500	0,47	0,33	--	0,00	--	0,38
60	600	0,76	0,71	--	0,00	--	0,53
70	700	0,52	0,79	--	0,00	--	0,59
80	800	0,59	0,81	--	0,00	--	0,56
90	900	0,46	0,94	--	0,00	--	0,64
100	1000	0,51	0,50	--	0,00	--	0,43

Clase de la escala de la máquina de ensayo	Valor máximo permitido (ISO 7500 - 1)				
	Indicación q %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %	Resolución relativa a %	Cero f <sub>0</sub> %
0,5	± 0,50	0,5	± 0,75	± 0,25	± 0,05
1	± 1,00	1,0	± 1,50	± 0,50	± 0,10
2	± 2,00	2,0	± 3,00	± 1,00	± 0,20
3	± 3,00	3,0	± 4,50	± 1,50	± 0,30

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( f<sub>0</sub> ) 0,00 %

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-F-0162-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Fuerza*

Página 4 de 4

**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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ [ventascalibratec@gmail.com](mailto:ventascalibratec@gmail.com)

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0620-2024

Página 1 de 3

1. Expediente	0644	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. - LEMS W & C E.I.R.L.	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.
3. Dirección	CAL LA FE NRO. 0167 ÚPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	COMPARADOR DE CUADRANTE	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	INSIZE	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	NO INDICA	
N° de serie	F2102561	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Alcance de indicación	0 mm a 12,5 mm	
Resolución	0,001 mm	
Tipo de indicación	Digital	
5. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 09:10:48-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-0620-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 3

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza mediante el método de comparación directa entre la indicación del comparador y los bloques patrón de longitud tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de cuadrante utilizando bloques patrón de longitud" (3ra Edición) del INACAL - DM.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,9 °C	21,9 °C

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de bloques patrón de longitud de 1 mm a 20 mm de clase 0	LLA-C-071-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El error máximo permitido del instrumento es proporcionado por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

### 11. Resultados de la medición

Valor patrón mm	Indicación del comparador mm	Error encontrado mm	Error Máximo Permitido ± mm
0,000	0,000	0,000	0,025
1,000	1,001	0,001	0,025
2,000	2,001	0,001	0,025
3,000	3,000	0,000	0,025
4,000	4,000	0,000	0,025
5,000	5,001	0,001	0,025
6,000	6,001	0,001	0,025
7,000	7,001	0,001	0,025
8,000	8,001	0,001	0,025
10,000	10,001	0,001	0,025
12,500	12,502	0,002	0,025

Incertidumbre de medición : 0,002 mm

### 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

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644
2. Solicitante	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
3. Dirección	CAL LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>
Marca	OHAUS
Modelo	R31P30
N° de serie	8342028640
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Capacidad máxima:	30000 g
División de escala (d)	1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Capacidad mínima	50 g
Clase de exactitud	II
5. Fecha de calibración	2024-05-18

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.

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

Este 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

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:17-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C
Humedad relativa	73 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0870-002-23
ELICROM	Juego de pesas de 1 kg a 5 kg de clase F1	CCP-0870-001-23
ELICROM	Pesa de 10 kg de clase F1	CLC-1532-003-23
ELICROM	Pesa de 20 kg de clase F1	CLC-1532-002-23

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 30010 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C<sup>-1</sup> según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

📘 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0174-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

**11. Inspección Visual**

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

**12. Resultados de la medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %
<b>Carga L1</b>	15 000,0 g		<b>Carga L2</b>	30 000,0 g	
I	ΔL	E	I	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,4	0,1	30 000	0,4	0,1
15 000	0,3	0,2	30 000	0,6	-0,1
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,5	0,0	30 000	0,7	-0,2
15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
Dif Máx. Encontrada	0,3		Dif Máx. Encontrada	0,4	
EMP	2		EMP	3	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	I g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	I g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1
2		10	0,5	0,0		10 001	0,8	0,7	0,7
3	10,0	10	0,6	-0,1	10 000,0	9 999	0,4	-0,9	-0,8
4		10	0,5	0,0		10 000	0,6	-0,1	-0,1
5		10	0,5	0,0		10 002	0,7	1,8	1,8
Error máximo permitido ( ± )									2

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillón Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0174-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
	l	ΔL	E	Ec	l	ΔL	E	Ec	
E <sub>0</sub>	10,0	10	0,7	-0,2					
50,0	50	0,7	-0,2	0,0	50	0,6	-0,1	0,1	1
3 000,0	3 000	0,4	0,1	0,3	3 000	0,6	-0,1	0,1	1
6 000,0	6 000	0,6	-0,1	0,1	6 000	0,7	-0,2	0,0	2
7 500,0	7 500	0,7	-0,2	0,0	7 500	0,5	0,0	0,2	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,2	10 000	0,6	-0,1	0,1	2
12 000,0	12 001	0,8	0,7	0,9	12 000	0,4	0,1	0,3	2
15 000,0	15 001	0,8	0,7	0,9	15 000	0,5	0,0	0,2	2
20 000,0	20 000	0,3	0,2	0,4	20 001	0,7	0,8	1,0	2
25 000,0	25 000	0,4	0,1	0,3	25 001	0,9	0,6	0,8	3
30 000,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	30 000	0,7	-0,2	0,0	3

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
l: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,22 \text{ g}^2 + 0,0000000039 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000026 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

### 13. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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. - LEMS 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	CAL LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	COREITO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	PF-100A	
N° de serie	NO INDICA	
Identificación	CI-0435 (*)	
Procedencia	CHINA	
Capacidad máxima:	100 kg	
División de escala (d)	0,01 kg	
Div. de verificación (e)	0,01 kg	
Capacidad mínima	0,2 kg	
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:18-0500

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📱 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C
Humedad relativa	64 %	64 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 5 kg de clase M2	CM-1456-2023
TOTAL WEIGHT	Pesa de 10 kg de clase M2	CM-1455-2023
TOTAL WEIGHT	Pesas de 20 kg de clase M2	CM-1450-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 100 kg la balanza indicaba 100,07 kg)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a  $0,00001 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

(\*) Identificación indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

### 12. Resultados de la medición

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C	Humedad	64,0 %	64,0 %
<b>Carga L1</b>	<b>50,001 kg</b>		<b>Carga L2</b>	<b>100,001 kg</b>	
l	ΔL	E	l	ΔL	E
kg	kg	kg	kg	kg	kg
50,00	0,004	0,000	100,01	0,003	0,011
50,00	0,006	-0,002	100,02	0,008	0,016
50,00	0,006	-0,002	100,01	0,002	0,012
50,00	0,007	-0,003	100,01	0,004	0,010
50,00	0,006	-0,002	100,01	0,004	0,010
50,00	0,004	0,000	100,01	0,005	0,009
50,00	0,008	-0,004	100,01	0,004	0,010
50,00	0,005	-0,001	100,00	0,006	-0,002
50,00	0,006	-0,002	100,01	0,007	0,007
50,00	0,005	-0,001	100,01	0,007	0,007
Dif Máx. Encontrada	0,004		Dif Máx. Encontrada	0,018	
EMP	0,03		EMP	0,03	

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C	Humedad	64,0 %	64,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima kg	l kg	ΔL kg	E <sub>0</sub> kg	Carga L kg	l kg	ΔL kg	E kg	E <sub>c</sub> kg
1		0,10	0,006	-0,001		30,00	0,005	-0,002	-0,001
2		0,10	0,007	-0,002		30,02	0,006	0,017	0,019
3	0,100	0,10	0,005	0,000	30,002	30,00	0,004	-0,001	-0,001
4		0,10	0,004	0,001		29,99	0,004	-0,011	-0,012
5		0,10	0,006	-0,001		30,01	0,007	0,006	0,007
Error máximo permitido ( ± )									0,03

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0175-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C	Humedad	64,0 %	64,0 %

Carga L kg	Carga creciente				Carga decreciente				EMP kg
	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	I kg	ΔL kg	E kg	Ec kg	
E <sub>0</sub>	0,100	0,10	0,006	-0,001					
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,008	-0,003	-0,002	0,01
10,001	10,00	0,007	-0,003	-0,002	10,00	0,008	-0,004	-0,003	0,02
20,001	20,00	0,006	-0,002	-0,001	20,00	0,007	-0,003	-0,002	0,02
30,002	30,00	0,005	-0,002	-0,001	30,00	0,005	-0,002	-0,001	0,03
40,000	40,00	0,006	-0,001	0,000	40,01	0,006	0,009	0,010	0,03
50,001	50,00	0,004	0,000	0,001	50,01	0,006	0,008	0,009	0,03
60,002	60,00	0,006	-0,003	-0,002	60,01	0,004	0,009	0,010	0,03
70,003	70,01	0,007	0,005	0,007	70,02	0,009	0,013	0,015	0,03
80,001	80,01	0,007	0,007	0,008	80,02	0,009	0,015	0,016	0,03
100,001	100,02	0,008	0,016	0,017	100,02	0,008	0,016	0,017	0,03

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza  
I: Lectura de indicación de la balanza  
E: Error encontrado  
EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero  
Ec: Error corregido  
ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,000050 \text{ kg}^2 + 0,000000044 * R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000034 * R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en kg

### 13. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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. - LEMS W & C.E.I.R.L.	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.
3. Dirección	CAL LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	AMPUT	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	NO INDICA	
N° de serie	457	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	NO INDICA	
Capacidad máxima:	2000 g	
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Capacidad mínima	5 g	
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:18-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
📘 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indiciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,7 °C
Humedad relativa	73 %	73 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1254-MPES-C-2023

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 2000 g la balanza indicaba 2000,84 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 12 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C<sup>-1</sup> según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente no cuenta con la información de los certificados anteriores para la balanza a calibrar. Por lo tanto, la contribución de la incertidumbre de la deriva de la balanza no será considerada.
- El laboratorio de CALIBRATEC S.A.C. no se hace responsable de los datos suministrados por el cliente.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LM-0176-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

**11. Inspección Visual**

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

**12. Resultados de la medición**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	72,0 %
<b>Carga L1</b>	<b>1 000,003 g</b>		<b>Carga L2</b>	<b>2 000,004 g</b>	
l	ΔL	E	l	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
999,98	0,010	-0,028	2 000,00	0,011	-0,010
999,96	0,009	-0,047	2 000,05	0,008	0,043
999,98	0,010	-0,028	2 000,01	0,010	0,001
999,97	0,009	-0,037	2 000,02	0,011	0,010
999,98	0,011	-0,029	2 000,01	0,011	0,000
999,97	0,010	-0,038	1 999,99	0,010	-0,019
999,96	0,008	-0,046	2 000,00	0,011	-0,010
999,98	0,010	-0,028	1 999,98	0,012	-0,031
999,97	0,012	-0,040	1 999,99	0,009	-0,018
999,96	0,011	-0,049	2 000,00	0,011	-0,010
Dif Máx. Encontrada	0,021		Dif Máx. Encontrada	0,074	
EMP	0,20		EMP	0,20	

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,6 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	C. mínima g	l g	ΔL g	E <sub>0</sub> g	Carga L g	l g	ΔL g	E g	E <sub>c</sub> g
1		1,00	0,011	-0,006		649,99	0,010	-0,016	-0,009
2		0,99	0,010	-0,015		650,01	0,008	0,006	0,021
3	1,000	0,99	0,011	-0,016	650,001	649,97	0,009	-0,035	-0,018
4		1,00	0,010	-0,005		649,97	0,011	-0,037	-0,031
5		0,99	0,008	-0,013		650,00	0,010	-0,006	0,008
Error máximo permitido ( ± )									0,20

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-0176-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	21,6 °C	21,7 °C	Humedad	73,0 %	73,0 %

Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
	I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
E <sub>0</sub>	1,000	1,00	0,009	-0,004					
5,000	4,99	0,010	-0,015	-0,011	5,01	0,012	0,003	0,007	0,10
200,001	199,99	0,008	-0,014	-0,010	200,02	0,011	0,013	0,017	0,10
400,001	399,99	0,011	-0,017	-0,013	399,98	0,008	-0,024	-0,020	0,10
650,001	649,98	0,010	-0,026	-0,021	649,98	0,010	-0,026	-0,021	0,20
800,002	799,98	0,009	-0,026	-0,022	799,96	0,008	-0,045	-0,041	0,20
1 000,003	999,96	0,009	-0,047	-0,043	999,91	0,008	-0,096	-0,092	0,20
1 200,004	1 200,04	0,012	0,029	0,033	1 200,00	0,009	-0,008	-0,004	0,20
1 400,004	1 400,04	0,010	0,031	0,035	1 400,00	0,009	-0,008	-0,004	0,20
1 600,005	1 600,04	0,011	0,029	0,034	1 599,99	0,010	-0,020	-0,015	0,20
2 000,004	2 000,00	0,010	-0,009	-0,005	2 000,00	0,010	-0,009	-0,005	0,20

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E<sub>0</sub>: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_R = 2 \times \sqrt{0,00063 \text{ g}^2 + 0,0000000015 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000043 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

### 13. 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.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 7

- Expediente:** 0644
- Solicitante:** LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.
- Dirección:** CALLA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
- Equipo:** **HORNO DE SECADO**  
**Marca:** PERUTEST  
**Modelo:** PT-H76  
**N° de serie:** 0176  
**Procedencia:** NO INDICA  
**Identificación:** NO INDICA  
**Ubicación:** LABORATORIO

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.

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

Este 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	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	-50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	DIGITAL	DIGITAL

- Fecha de calibración** 2024-05-18

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 09:04:28-0500



Jefe del Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-029-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 7

### 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

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L.  
ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	21,8 °C
Humedad relativa	73,9 %	73,9 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
MSG	Termómetro digital con 10 sensores tipo K ( CH01 al CH12) con incertidumbre en el orden de 0,11 °C a 0,14 °C	LTT24-0182

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La tensión eléctrica del equipo es 222 VAC
- La carga para la medición fue de 80 % y consistió de 4 bolos con muestras

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 7

**11. Resultados de la medición**

Temperatura ambiental promedio 21,0 °C  
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas  
El controlador se seteo en 110 °C

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T <sub>máx</sub> - T <sub>mín</sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	109,2	109,4	109,9	108,4	109,1	110,6	109,9	108,6	109,2	110,0	109,4	2,2
02	110,0	108,9	109,0	109,7	108,1	108,8	110,4	109,7	108,3	109,0	110,0	109,2	2,3
04	110,0	108,8	108,8	109,5	108,0	108,9	110,2	109,6	108,2	108,7	109,8	109,1	2,2
06	110,0	108,8	109,0	109,8	108,0	108,8	110,3	109,7	108,3	108,5	109,9	109,1	2,3
08	110,0	109,0	109,0	109,8	108,3	108,8	110,6	110,1	108,5	108,9	110,2	109,3	2,3
10	110,0	109,0	109,2	109,9	108,2	109,0	110,5	109,9	108,6	109,0	110,0	109,3	2,3
12	110,0	108,8	108,8	109,5	108,3	108,8	110,4	109,9	108,4	109,0	109,8	109,2	2,1
14	110,0	108,9	109,0	109,7	108,1	108,7	110,2	109,6	108,3	108,6	109,8	109,1	2,1
16	110,0	108,9	109,1	109,8	108,3	108,8	110,4	109,8	108,4	108,7	109,9	109,2	2,1
18	110,0	109,0	109,0	109,7	108,3	108,9	110,4	109,9	108,4	108,8	110,1	109,3	2,1
20	110,0	109,0	108,9	109,6	108,3	108,7	110,3	109,6	108,2	108,8	109,8	109,1	2,1
22	110,0	109,0	108,8	109,7	108,4	108,9	110,5	110,1	108,5	109,4	109,7	109,3	2,1
24	110,0	108,9	108,6	109,6	108,1	108,7	110,3	109,9	108,3	109,2	110,0	109,2	2,2
26	110,0	109,0	108,9	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,3	108,8	110,1	109,2	2,0
28	110,0	109,0	109,1	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,4	108,8	109,7	109,2	1,9
30	110,0	108,9	109,0	109,6	108,4	108,8	110,3	109,6	108,3	108,7	109,6	109,1	2,0
32	110,0	108,8	108,8	109,6	108,1	108,7	110,1	109,4	108,3	108,3	109,8	109,0	2,0
34	110,0	108,9	109,2	109,8	108,1	108,8	110,3	109,6	108,4	108,5	109,9	109,2	2,2
36	110,0	108,9	109,1	109,7	108,3	108,9	110,2	109,5	108,3	108,5	109,7	109,1	1,9
38	110,0	108,9	108,9	109,7	108,4	108,9	110,3	109,7	108,3	108,7	109,7	109,2	2,0
40	110,0	108,9	109,0	109,7	108,4	108,8	110,3	109,6	108,4	108,6	109,8	109,2	1,9
42	110,0	109,0	109,0	109,7	108,5	108,9	110,2	109,6	108,4	108,8	109,9	109,2	1,8
44	110,0	108,8	109,3	109,7	108,3	108,7	110,2	109,6	108,3	108,8	110,1	109,2	1,9
46	110,0	108,9	108,8	109,5	108,3	108,8	110,3	109,7	108,3	108,6	110,0	109,1	2,0
48	110,0	108,9	109,1	109,7	108,2	108,7	110,4	109,8	108,4	108,7	109,9	109,2	2,2
50	110,0	108,9	108,9	109,7	108,3	108,7	110,4	109,8	108,4	108,8	110,2	109,2	2,1
52	110,0	108,9	109,1	109,7	108,5	108,8	110,3	109,9	108,4	108,8	110,0	109,3	1,9
54	110,0	108,8	108,7	109,6	108,4	108,7	110,3	109,9	108,3	109,1	109,8	109,2	2,0
56	110,0	108,8	109,1	109,6	108,1	108,7	110,2	109,5	108,3	108,4	109,5	109,0	2,1
58	110,0	108,8	108,8	109,6	108,1	108,7	110,3	109,9	108,3	108,9	110,2	109,2	2,2
60	110,0	108,9	108,9	109,7	108,3	108,7	110,2	109,7	108,3	108,7	110,1	109,2	1,9
T. PROM		108,9	109,0	109,7	108,3	108,8	110,3	109,7	108,4	108,8	109,9	109,2	
Temp. máxima		109,2	109,4	109,9	108,5	109,1	110,6	110,1	108,6	109,4	110,2		
Temp. mínima		108,8	108,6	109,5	108,0	108,7	110,1	109,4	108,2	108,3	109,5		
DTT		0,4	0,8	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7	0,4	1,1	0,7		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 7

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	110,6	0,3
Mínima Temperatura medida	108,0	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,1	0,4
Estabilidad medida	0,55	0,05
Uniformidad medida	2,3	0,4

- 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<sub>MAX</sub> : Temperatura máxima.  
T<sub>MIN</sub> : 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 CUMPLE con los límites especificados de temperatura**

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

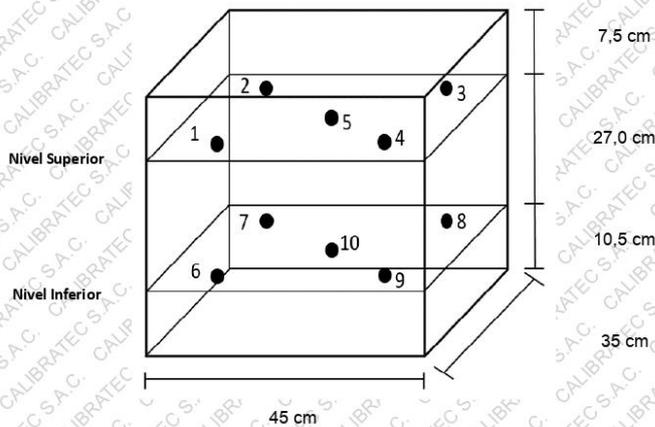
📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 5 de 7

**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO**



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

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 7 cm de las paredes laterales y a 7 cm del frente y fondo del equipo.

**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%.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ comercial@calibratec.com.pe

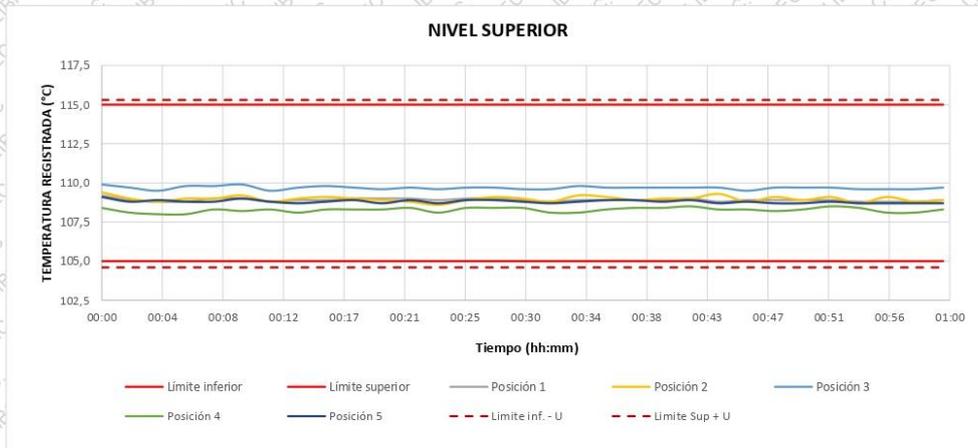
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 7

**TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C**



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CA-LT-029-2024**

*Área de Metrología*  
*Laboratorio de Temperatura*

Página 7 de 7

**FOTOGRAFÍA INTERNA DEL EQUIPO**



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 621  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ comercial@calibratec.com.pe  
🏢 CALIBRATEC SAC

# CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC: 20606479680

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-P-054-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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. - LEMS W & C E.I.R.L.	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.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Instrumento de medición	MANÓMETRO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	No indica	
N° de serie	No indica	
Identificación	CI-0431	
Procedencia	No indica	
Intervalo de indicación	0 psi a 150 psi / 0 bar a 10 bar	
Resolución	2 psi / 0,2 bar	
Clase de exactitud	No indica	
Tipo de indicación	Análogo	
6. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:20-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
ventascalibratec@gmail.com  
CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-054-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 2 de 4

### 6. Metodo de calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa; el cual consiste en comparar la indicación del instrumento bajo calibración contra la indicación del instrumento patrón, tomando como referencia el procedimiento PC-004 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05% F.S."

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,5 °C	23,7 °C
Humedad relativa	65 %	65 %
Presión atmosférica	998 mbar	998 mbar

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
KEYDER COMPANY	Manómetro de indicación digital de 160 psi con clase de exactitud de 1%	LKA-0008-2024

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- El instrumento no indica clase de exactitud, sin embargo se le considero una clase de exactitud calculada de 1,6% F.S.
- El error máximo permitido para el instrumento bajo calibración es de 2,4 psi
- Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la resolución en 5 partes

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

📘 CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-054-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Medición del manómetro:

Indicación de instrumento a calibrar psi	Indicación de instrumento patrón psi	Error de indicación psi	Error de histéresis psi	Incertidumbre psi
0,0	0,0	0,0	-0,1	0,3
30,0	28,9	1,1	0,3	0,5
60,0	57,7	2,3	-0,4	0,6
90,0	86,4	3,5	-0,5	0,7
120,0	115,9	4,1	0,4	0,6
150,0	142,2	7,8	0,0	0,3

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-055-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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. - LEMS W & C E.I.R.L.	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.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Instrumento de medición	MANÓMETRO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	No indica	
N° de serie	No indica	
Identificación	CI-0432	
Procedencia	No indica	
Intervalo de indicación	0 psi a 150 psi / 0 bar a 10 bar	
Resolución	2 psi / 0,2 bar	
Clase de exactitud	No indica	
Tipo de indicación	Analogico	
6. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:21-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
ventascalibratec@gmail.com  
CALIBRATEC SAC



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-055-2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

Página 2 de 4

### 6. Metodo de calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa; el cual consiste en comparar la indicación del instrumento bajo calibración contra la indicación del instrumento patrón, tomando como referencia el procedimiento PC-004 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05% F.S."

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,5 °C
Humedad relativa	65 %	65 %
Presión atmosférica	998 mbar	998 mbar

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
KEYDER COMPANY	Manómetro de indicación digital de 160 psi con clase de exactitud de 1%	LKA-0008-2024

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- El instrumento no indica clase de exactitud, sin embargo se le considero una clase de exactitud calculada de 1,6% F.S.
- El error máximo permitido para el instrumento bajo calibración es de 2,4 psi
- Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la resolución en 5 partes

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-055-2024

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Medición del manómetro:

Indicación de instrumento a calibrar psi	Indicación de instrumento patrón psi	Error de indicación psi	Error de histéresis psi	Incertidumbre psi
0,0	0,0	0,0	-0,1	0,3
30,0	25,0	5,0	0,1	0,4
60,0	55,1	4,9	-0,3	0,5
90,0	84,7	5,3	0,2	0,4
120,0	114,7	5,3	0,5	0,7
150,0	143,5	6,5	0,0	0,3

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

🏢 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-056-2024

Página 1 de 4

1. Expediente	0644	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. - LEMS W & C E.I.R.L.	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.
3. Dirección	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
5. Instrumento de medición	MANÓMETRO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	No indica	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	No indica	
N° de serie	No indica	
Identificación	CI-0433	
Procedencia	No indica	
Intervalo de indicación	0 psi a 150 psi / 0 bar a 10 bar	
Resolución	2 psi / 0,2 bar	
Clase de exactitud	No indica	
Tipo de indicación	Análogo	
6. Fecha de calibración	2024-05-18	

Fecha de Emisión

2024-05-24



Firmado digitalmente por:  
ASTETE SORIANO LUCIO FIR  
42817545 hard  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 24/05/2024 17:50:21-0500



Jefe de Laboratorio

Revisión 00

RT03-F01

977 997 385 - 913 028 622  
913 028 623 - 913 028 624

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
ventascalibratec@gmail.com  
CALIBRATEC SAC

Área de Metrología

Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CA-P-056-2024

Página 2 de 4

### 6. Metodo de calibración

La calibración ha sido realizada por el método de comparación directa; el cual consiste en comparar la indicación del instrumento bajo calibración contra la indicación del instrumento patrón, tomando como referencia el procedimiento PC-004 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de medición de presión relativa con clase de exactitud igual o mayor a 0,05% F.S."

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L. - LEMS W & C E.I.R.L. ubicado en Cal. La Fe Nro. 0167 Upis Señor de los Milagros Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23,5 °C	23,5 °C
Humedad relativa	66 %	66 %
Presión atmosférica	998 mbar	998 mbar

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
KEYDER COMPANY	Manómetro de indicación digital de 160 psi con clase de exactitud de 1%	LKA-0008-2024

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la página 1.
- El instrumento no indica clase de exactitud, sin embargo se le considero una clase de exactitud calculada de 1,6% F.S.
- El error máximo permitido para el instrumento bajo calibración es de 2,4 psi
- Para una mejor aproximación del instrumento bajo calibración, se subdividió la resolución en 5 partes

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622

☎ 913 028 623 - 913 028 624

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

✉ ventascalibratec@gmail.com

📘 CALIBRATEC SAC

Área de Metrología  
Laboratorio de Presión

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-P-056-2024

Página 3 de 4

### 11. Resultados de medición

Medición del manómetro:

Indicación de instrumento a calibrar psi	Indicación de instrumento patrón psi	Error de indicación psi	Error de histéresis psi	Incertidumbre psi
0,0	0,0	0,0	-0,1	0,3
30,0	24,3	5,7	0,0	0,3
60,0	52,4	7,6	-0,3	0,5
90,0	79,6	10,4	0,4	0,5
120,0	108,5	11,5	-0,3	0,5
150,0	137,6	12,4	0,0	0,3

### 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

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622  
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima  
✉ ventascalibratec@gmail.com  
🏢 CALIBRATEC 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 - LD - 023 - 2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 1 de 2

1. Expediente	3450-2024	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. - LEMS W & C E.I.R.L.	
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. Instrumento de medición	MARTILLO PARA PRUEBA DE CONCRETO ESCLERÓMETRO	
Marca	LANGRY	
Modelo	HT225 - N	
Número de Serie	N22070010	
Alcance de Indicación	100 Número de Rebote	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 aqui declarados.
Div. Escala / Resolución	1 Número de Rebote	
Identificación	NO INDICA	
Tipo	ANALÓGICO	
5. Fecha de Calibración	2024-07-15	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

2024-07-15

Jefe de 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 - LD - 023 - 2024

Área de Metrología  
Laboratorio de Dureza

Página 2 de 2

### 6. Método de Calibración

La calibración fue efectuada mediante una serie de mediciones del instrumento a calibrar en comparación con los patrones de referencia del laboratorio de calibración considerando las especificaciones requeridas en la norma internacional ASTM C 805 "Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete".

### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de Dureza de PERUTEST S.A.C.  
Avenida Chillón Lote 50 B - Comas - Lima

### 8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	23.9 °C	23.9 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

### 9. Patrones de referencia

Patrón utilizado	Certificado de calibración
Yunque de Calibración	LABORATORIO DE MATERIALES / PUCP MAT-ABR-0435-2024

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- El yunque de calibración se colocó sobre una base rígida para obtener números de rebote confiable.
- La calibración en el yunque de calibración, no garantiza que el martillo dará lecturas repetibles en otros puntos de la escala de lectura.

### 11. Resultados de Medición

Número de Mediciones	Lectura Indicada del Instrumento a Calibrar
1	78.0
2	78.0
3	78.0
4	78.0
5	80.0
6	78.0
7	78.0
8	78.0
9	78.0
10	78.0
PROMEDIO	78.2
Desv. Estándar	0.63

Nota 1.- Para una mejor toma de datos se subdividió la división mínima del equipo en 2 partes.

Nota 2.- El error máximo permitido de rebote para un esclerómetro es de  $80 \pm 2$ , según norma internacional ASTM C805.

FIN DE 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 - LF - 0104 - 2023

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

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

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2023-09-02

  
JOSE ALEJANDRO FLORES MINAYA



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

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



# PERUTEST S.A.C.

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

RUC N° 20602182721

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

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

### 7. Lugar de calibración

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

### 8. Condiciones Ambientales

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

### 9. Patrones de referencia

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

### 10. Observaciones

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



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

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

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

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

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

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

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

### 12. Incertidumbre

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

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

