



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021”.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTORA:**

Br. Bautista Mendoza, Aníbal Alexander (ORCID: 0000-0002-8245-7893)

**ASESORA:**

Dra. Villón Prieto, Claudia Rosalía (ORCID: 0000-0003-3787-2120)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

CHEPÉN-PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

Al todopoderoso creador del universo, quien es la luz y fortaleza de mi vida, quien me enseña y no me suelta de su mano para seguir a delante a pesar de las pruebas y dificultades que me ha dado la dicha de ser su hijo siguiendo sus pisadas creyendo en sus promesas, va dedicado esta investigación a DIOS.

De la misma manera, dedico esta tesis a mis progenitores Julio y Violeta que me dan su afecto y ayuda, inculcando principios y valores que han formado mi carácter para nunca rendirme y creer en mí.

A mis hermanos Julio Alberto y Jennifer por brindarme su ayuda y compañía siempre.

## **Agradecimiento**

Doy gracias a DIOS por guardarme y proveerme de nuevas fuerzas en los momentos difíciles y de debilidad dándome la victoria en mi caminar. A mis progenitores y hermanos por todo su amor e incondicional apoyo, estando a mi lado en mis triunfos y fracasos. Así mismo doy gracias a mis pastores y hermanos de la congregación Iglesia Fuente de Agua Viva-Chepén por sus oraciones y apoyo en todo momento para permanecer firme en la fe.

A mi asesora la Dra. Ing. Claudia Rosalía Villón Prieto, por sus conocimientos, paciencia y colaboración durante todo este trayecto.

A la Universidad César Vallejo y sus formadores académicos por compartir tanto conocimientos como experiencias.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	3
III. METODOLOGÍA .....	9
3.1. Tipo y diseño y enfoque de investigación.....	9
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra, muestreo.....	10
3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos .....	12
3.5. Procedimientos .....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos .....	14
IV. RESULTADOS.....	14
V. DISCUSIÓN .....	30
VI. CONCLUSIONES .....	32
VII. RECOMENDACIONES .....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS .....	41

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b>	Composición química de cementos.....	7
<b>Tabla 2.</b>	<i>Cuantía de probetas acorde con diseño y edades de evaluación resistencia a compresión.....</i>	11
<b>Tabla 3.</b>	<i>Composición química de la ceniza de cascarilla de arroz por XDE..</i>	15
<b>Tabla 4.</b>	<i>Clasificación de la cca de acuerdo con sus requisitos químicos. ....</i>	15
<b>Tabla 5.</b>	Propiedades de materiales para el diseño de mezclas para el concreto $f'c$ 210kg/cm <sup>2</sup> por ACI.....	16
<b>Tabla 6.</b>	<i>Valores para el diseño de mezclas para concreto <math>f'c</math> 210kg/cm<sup>2</sup> por ACI.17</i>	
<b>Tabla 7.</b>	Dosificación del concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> por peso método ACI.....	17
<b>Tabla 8.</b>	Dosificación del concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> en volumen mediante método ACI.....	18
<b>Tabla 9.</b>	<i>Total de materiales para elaboración de concreto <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup>....</i>	18
<b>Tabla 10.</b>	<i>Medida de asentamiento para diferentes tipos de mezclas.....</i>	19
<b>Tabla 11.</b>	<i>Monitoreo de temperatura interna de concreto.....</i>	20
<b>Tabla 12.</b>	Síntesis de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	21
<b>Tabla 13.</b>	Promedio de la resistencia a compresión $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup> de los concretos. 23	
<b>Tabla 14.</b>	<i>Análisis estadístico para CP (100%C + 0%CCA)- Resistencia a la compresión <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup>- edad de 28 días.....</i>	24
<b>Tabla 15.</b>	<i>Análisis Estadístico para M-2 (95%C+5%CCA)- Resistencia a compresión <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup> - edad de 28 días.....</i>	25
<b>Tabla 16.</b>	<i>Análisis Estadístico para M-3 (90%C+10%CCA)- Resistencia a compresión <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup>- edad de 28 días.....</i>	26
<b>Tabla 17.</b>	<i>Análisis Estadístico para M-4 (85%C+15%CCA)- Resistencia a Compresión <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup>- edad de 28 días.....</i>	27
<b>Tabla 18.</b>	<i>Estadístico prueba “tp” para resistencia a compresión de concreto <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup> a edad de 28 días. ....</i>	28
<b>Tabla 19.</b>	<i>Decisión sobre hipótesis Ho con tp para resistencia a compresión concreto <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días. ....</i>	29

## Índice de figuras

Figura 1.	Ensayo de asentamiento del concreto (cono de Abrams). .....	9
Figura 2.	Esquema de la población en estudio. ....	11
Figura 3.	Probeta de concreto para ensayo de resistencia a compresión. ....	11
Figura 4.	Curva TGA y ATD.....	15
Figura 5.	Impacto de los % de CCA en el asentamiento de mezclas de concreto. 19	
Figura 6.	Desarrollo de la temperatura interna del concreto. ....	20
Figura 7.	Desarrollo de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días para las mezclas. 21	
Figura 8.	Desarrollo de $f'c$ para los concretos a edad de 7 días.....	22
Figura 9.	Desarrollo de $f'c$ para los concretos a edad de 14 días.....	22
Figura 10.	Desarrollo de $f'c$ para los concretos a edad de 28 días.....	22
Figura 11.	Distribución normal: CP (100%C+0%CCA). ....	24
Figura 12.	Distribución normal para concreto adicionado M-2(95%C+5%CCA).25	
Figura 13.	Distribución normal para concreto adicionado M-3 (90%C+10%CCA). ....	26
Figura 14.	Distribución normal para concreto adicionado M-4(85%C+15%CCA). ....	27

## RESUMEN

En referencia a la presente investigación, "Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021", se propusieron proporciones de 5%, 10% y 15% la ceniza de cascarilla de arroz por peso del cemento, con la consigna de evaluar el desempeño que esta adición presenta en su resistencia a compresión del concreto tras elaborar el diseño de mezclas por método del ACI 211 al concreto patrón y los adicionados. Teniendo como población de estudio 60 probetas de concreto con y sin adición de CCA, determinando la temperatura de calcinación y composición química para su uso adecuado en elaboración de concreto. El concreto normal tuvo una resistencia de diseño f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, las probetas de concreto con y sin adición fueron sometidas a rotura a 7, 14 y 28 días. Resultando que en 28 días el concreto patrón obtuvo un valor de 222.90 kg/cm<sup>2</sup>, los concretos con adición de CCA en proporción de 5, 10 y 15% con valores de resistencia de 220.86 kg/cm<sup>2</sup>, 217.10 kg/cm<sup>2</sup> y 212.44 kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente. Concluyendo que, si bien los concretos con adición no superan al concreto patrón, se evidencia su proximidad o superación a mayor edad.

**Palabras clave:** Ceniza de cascarilla de arroz, concreto, resistencia a compresión.

## **ABSTRACT**

In reference to the present research, "Evaluation of the compressive strength of concrete f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> added with rice husk ash, Chepén 2021", proportions of 5%, 10% and 15% of rice husk ash by weight of cement were proposed, with the purpose of evaluating the performance of this addition in the compressive strength of concrete after elaborating the design of mixtures by ACI 211 method to the standard concrete and the added ones. The study population consisted of 60 concrete specimens with and without the addition of CCA, determining the calcination temperature and chemical composition for its adequate use in the elaboration of concrete. The normal concrete had a design strength f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, the specimens of concrete with and without addition were subjected to rupture at 7, 14 and 28 days. As a result, at 28 days the standard concrete obtained a value of 222.90 kg/cm<sup>2</sup>, the concretes with CCA addition in proportions of 5, 10 and 15% with resistance values of 220.86 kg/cm<sup>2</sup>, 217.10 kg/cm<sup>2</sup> and 212.44 kg/cm<sup>2</sup> respectively. It is concluded that, although the concretes with addition do not surpass the standard concrete, their proximity or surpassing at a higher age is evidenced.

**Keywords:** Rice husk ash, concrete, compressive strength.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La industria arrocera es una de las actividades de mayor importancia en la nación y a nivel regional como en La Libertad, teniendo gran cantidad de su resultado de este grano.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura (2019), manifestó que el arroz es uno de los cultivos con mayor relevancia debido a su producción compleja y posee un elevado impacto en el mundo, por la generación de valor añadido, trabajo y comercio, además de tener su propio escenario de actualización. Es cultivado por más de ciento diecisiete naciones y a pesar de su óptima producción no satisface al consumo mundial evidenciando un retardo en el alza del producto.

De acuerdo con el IV Censo nacional de arroz (2019), se indicó que la producción arrocera a nivel nacional, cuenta con un stock mayor a de cuatrocientas mil toneladas de arroz en cascara y pilado. Además, Minagri manifestó que los productores de arroz siembran sin planificación lo que conlleva a no obtener una utilidad esperada.

En cuanto a Novoa, Becerra y Vásquez (2016), señalaron que el arroz cosechado es industrializado en las fábricas molineras para luego ser destinado a diferentes mercados. La cascarilla se obtiene del pilado del arroz, la cual posee poco menos del 20% del peso de su grano, generando montículos grandes en las instalaciones de los molinos, provocando reducciones de espacios debido al acopio del mismo. Resulta dificultoso su tratamiento y última disposición. Partiendo de ello se busca alternativas de utilización debido al gran auge de la manufactura arrocera y su complicada biodegradación simboliza una problemática notable para el entorno.

Para Piñeros y Otálvaro (2011), citado por Gaviria, Rengifo, Salazar, Velásquez y Yanguas (2018), indicaron que la cascarilla posee bajo costo puesto que su campo de aplicación es limitado, por lo general en la industria toma el papel de combustible, además es utilizado como abono, material alimentario de animales y componente para materiales de edificaciones.

Por otra parte, Ramón, Gutiérrez y Rojas (2018), expresaron que este subproducto es utilizado como generador de gas y combustible para hornos debido a su potencial calorífico.

En propuesta de uso, se estimó la ceniza de cáscara de arroz (CCA), como adicción porcentual al peso de cemento para mezclas de concreto, relacionando la información de concreto normal y el adicionado, calculando la mezcla más eficiente y su posible empleo en el rubro de la construcción.

En la presente investigación se planteó el siguiente problema:

¿De qué manera la adición de la ceniza de cascarilla de arroz influye en la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, Chepén 2021?

Se tuvo como objetivo general lo siguiente:

Evaluar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

Además, se trazaron los siguientes objetivos específicos:

Identificar la temperatura de calcinación mediante ATD y composición química de CCA a través del ensayo de fluorescencia de rayos x.

Establecer el diseño de mezclas para el concreto patrón f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> y los adicionados con CCA.

Determinar la trabajabilidad y resistencia a compresión de los concretos con diseño de f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> para el patrón(M-1) y los adicionados con ceniza en porcentajes de 5%, 10% y 15% (M-2, M3 y M-4 respectivamente).

Analizar el porcentaje de adición óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a compresión del concreto.

Se tuvo como Hipótesis general:

La adición de ceniza de cascarilla de arroz aporta mayor resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>, Chepén 2021.

Así mismo se propusieron las hipótesis específicas

Se logrará identificar la temperatura de calcinación de la cascarilla y la composición química de su ceniza posee son los apropiados para su uso en la producción de concreto.

Se establecerá el adecuado diseño de mezclas para el concreto patrón f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> y los concretos adicionados con CCA.

Tanto la trabajabilidad y resistencia a compresión del concreto patrón y los adicionados con ceniza de cascarilla de arroz, cumplirán con los estándares de NTP 339.035.2009 y NTP 339.034.2015 correspondientemente.

El porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz óptimo es 5% como sustituto parcial de peso del cemento para mejorar la resistencia a compresión del concreto.

Por otra parte, se justifica por:

La justificación teórica, la presente investigación se ejecutará con el fin de mostrar que la adición de esta ceniza es conveniente debido al contenido de sílice que posee y su empleo en la producción de concreto aportando mayor resistencia.

La justificación práctica, actualmente es conveniente la búsqueda de materiales en la construcción que tenga menos impacto negativo en el ambiente y a su vez su posean positivas cualidades físico-mecánicas.

La justificación social, con la presente investigación se desea dar mayor valor a la ceniza y el adecuado uso en elaboración de concreto, mitigando la contaminación por la producción de cemento y quema de la cascarilla de arroz sin medidas de seguridad.

Justificación metodológica, busca el desempeño del concreto adicionado con ceniza, por consiguiente, la sustitución parcial al concreto convencional, sirviendo de apoyo a futuras investigaciones en el implemento de residuos agrícolas en el rubro de la construcción.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Es necesario mencionar antecedentes internacionales, de acuerdo con los estudios realizados por Londero, Charles (2017). Mediante el ensayo de fluorescencia de rayos x, se dio a constatar el alto porcentaje de sílice presente en la ceniza de cascarilla, ya que su uso es importante en matrices cementeras. Se sometieron muestras adicionadas con ceniza de cascarilla de arroz en proporciones del 10% a 20% por reemplazo en peso de cemento para evaluar su resistencia a la compresión. Como resultados más relevantes obtuvo que a los 28 días, el concreto convencional logra la mayor resistencia la compresión respecto a las otras composiciones y concluyó que disminuye

la resistencia al elevar el porcentaje de sustitución de ceniza por cemento. Además, demostró que la utilización de dicho recurso es viable en concretos de moderada resistencia.

Rodríguez y Tibabuzo (2019), plantearon la utilización de la ceniza de cascarilla de arroz procesada en plantas arroceras, en elaboración de concreto, con el fin de precisar el comportamiento mecánico que poseen. Dando como resultado que el porcentaje de adición de 10% esto a que produce un alza del diez por ciento con respecto a la resistencia del concreto sin adición. Por otro lado, la adición de quince por ciento es la menos adecuada ya que tanto el módulo de elasticidad y relación de Poisson son afectados.

Aizpurua, Lidia, Moreno, Genneva y Caballero, Karen, (2018), evaluaron el desempeño del comportamiento mecánico que presenta el hormigón con sustitución parcial de cemento por cáscara de huevo, ceniza de cascarilla de arroz y caucho por peso total del concreto. De los ensayos resultaron que el concreto adicionado con cinco por ciento de cenizas de cáscaras de huevo incremento en la resistencia del concreto, por otro la sustitución de CCA y caucho redujo la resistencia a la compresión y la flexión del hormigón.

Mattey, Robayo, Díaz, Delvasto y Monzó (2015), lograron la aplicación de ceniza amorfa de cascarilla de arroz obtenida por combustión controlada, incorporándose en mezclas de concreto como sustitución parcial del peso del cemento y el árido fino, en la fabricación de bloques de cualidad no estructural y bloques macizos. Resultando que la composición con sustitución de veinte por ciento de ceniza y la relación de cemento-agregado de 1 en 6 como filler es la óptima para la elaboración de dichos bloques. Además, concluyeron que el mezclado en 2 partes contribuye mayor resistencia a estos ejemplares de concretos.

Por otra parte, Amin, Hissan, Shahzada, Khan y Bibi (2019), emplearon la ceniza de cáscara de arroz para menguar la contracción inicial del hormigón, después de determinar su composición química dando paso a su uso como material cementante. La dosificación con 10% de incorporación de dicho

componente aporta mayor resistencia y qué mayor a este porcentaje disminuye la resistencia del concreto a la compresión.

En los antecedentes nacionales se tiene que Ruiz y Vizcarra (2020), determinaron las propiedades mecánicas del concreto con inserción de celulosa y ceniza de cáscara de arroz en porcentajes mínimos de 1% y 2% alcanzando una resistencia superior al patrón de 237 K/cm<sup>2</sup>.

Mientras que, Quispe (2018). Presentó como objetivo principal la evaluación de la alteración del concreto en el aspecto de su resistencia a la compresión en el altillo sustituyendo porcentualmente la ceniza de cascarilla de arroz por cemento. Los resultados más destacados mostraron que el concreto adicionado con 5% y 10% aportan mayor resistencia que el concreto patrón en 1.47% y 4.96% respectivamente.

Así mismo, Arévalo y López (2020). Tuvieron como consigna prioritaria agregar CCA para optimizar la resistencia del concreto, realizando diseños de mezclas para concretos con valor de resistencia base de 175 y 210 kilogramos por centímetro cuadrado. Con las muestras ensayadas en laboratorio se determinó que el 2% es el más conveniente, mostrando una leve mejoría con este porcentaje sobre la resistencia de los concretos patrones.

Paralelamente, Aliaga y Badajos (2018). Propusieron la implementación de ceniza de cascarilla de arroz en la mezcla para concreto con resistencia de diseño de doscientos diez kilogramos por centímetro cuadrado. Los resultados principales fueron que el aditivo natural predomina de manera factible, disminuyendo la cuantía de cemento en 10% a 15% de su peso, por lo tanto, la adición del 10 % de dicha ceniza sobrepasa a la resistencia de compresión un 1.97 % a la del concreto convencional a los 28 días de curado. Finalmente, Jaime y Portocarrero, (2018), en el estudio de la influencia de ceniza y cascarilla de arroz le confieren al concreto a razón de empleo de ocho, doce y dieciséis por ciento en reemplazo de cemento. Encontraron como resultado que el 8% de ceniza mostró un valor 231 k/cm<sup>2</sup> de resistencia del concreto no estructural. Además, recomendaron la utilización de aditivos plastificantes debido a que la cascarilla de arroz le resta trabajabilidad.

Se consideró como antecedentes locales que Huaroc (2017), bajo el método del ACI, diseñó un concreto de resistencia a la compresión de 280 kilogramos por centímetro cuadrado, estudiando como la incorporación de microsílíce tamizado de la cascarilla de arroz influye en el concreto. Resultando que el porcentaje de 6% es el más eficaz ya que aumenta en 27% la resistencia al concreto normal; además del uso de practicante EUCO 37 presenta una mejora en la trabajabilidad y plasticidad de la mezcla en estado fresco.

A su vez Fernández y Ramos (2019). Encontró la resistencia a compresión para treinta y seis muestras, bajo el diseño del concreto común con reemplazo de micro sílice de: 10%, 20% y 30% y relación agua/cemento de 0.30; 0.35 y 0.40, que mejoran el manejo de la mezcla. El resultado más destacado fue que a los 28 y 63 días de curado, la adición promedio de 7.5 % de microsílíce y la relación a/c de 0.35, alcanzó superior resistencia en un 4.97% y 22.09% respectivamente. Además, concluyeron que las utilizaciones de dichos parámetros significarán el aumento porcentual del precio por metro cúbico de 17.42% más que el concreto sin adición.

Saldaña (2018). Implementó el uso de material reciclado y subproducto del pilado del arroz, analizando en ambos materiales su composición química, ensayando muestras a compresión y permeabilidad del mortero con y sin adición. Resultó que el mortero con 10% y 20% presenta una ligera mejoría en resistencia y permeabilidad comparada con el mortero normal.

Ramos (2020). Recurrió al empleo de cenizas de bagazo de azúcar y cáscara de arroz en el análisis de resistencia a compresión del mortero en porcentajes que van desde 2.5% hasta 15%. Referente a los resultados, logró establecer qué porcentaje óptimo es de 7.5% de adición, concluyendo así que es el que presenta moderada fluidez.

Entre tanto Matienzo (2017), en su investigación obtuvo la temperatura de calcinación y composición química que tiene concha de abanico y la cascarilla de arroz, para ser empleadas provechosamente en la elaboración de concreto, la sustitución de la mezcla de ocho por ciento de polvo de concha de abanico y doce por ciento de ceniza de cascarilla de arroz obtuvo un alcance de 208.93 kg/cm<sup>2</sup>, no satisfaciendo la resistencia del concreto puro.

En lo concerniente a las teorías relacionadas a la presente investigación se revisaron conceptos para las variables y sus correspondientes dimensiones de manera sintetizada mostradas a continuación:

Ceniza de cáscara de arroz, Munshi y Sharma (2018), mencionaron que: al ser calcinada posee sílice alrededor de 70 a 80% en su estructura química, dependiendo la cantidad y calidad de la misma en relación con la temperatura en un rango de 400 a 750 grados Celsius por un lapso de 6 horas, eliminando componentes perjudiciales tales como residuos orgánicos e hidrocarburos.

Cemento Portland, según la Norma E.060 lo define como el resultante del pulverizado de clinker que puede contar con adiciones mejorando sus propiedades.

Cuando es mezclado con agua, ya sea solo o en combinación con áridos y materiales parecidos tiene la característica de reaccionar lentamente formando una masa durable, resistente denominada concreto (Tecnología del concreto, 2013, p. 1-2).

Además, Sanjuán y Chinchón (2014), el cemento presenta una composición química representada en óxidos en porcentajes de masa, es:

**Tabla 1.** Composición química de cementos.

<b>Factor</b>	<b>Rango aproximado (% masa)</b>
Residuo insoluble	0.1 - 1.4
Óxido de calcio (CaO)	58.2 - 65.6
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	19.8 - 26.45
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	4.1 - 9.5
Óxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2.1 - 4.5
Magnesia (MgO)	trazas - 2.9
Álcalis (K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O)	0.1 - 2.8
Sulfatos (SO <sub>3</sub> )	0.1 - 2.2
Pérdida por calcinación	0.2 - 2.8

Fuente: Sanjuán y Chinchón (2014).

Tipos de cemento portland, se obtienen por variación de las cantidades de los componentes químicos de silicio y alúmina, según la NTP 334.009:2013(p. 1), hay varios tipos de cemento las cuales son:

- Tipo I: De uso general para construcciones.
- Tipo II: Usado cuando se considera una exposición moderada a los sulfatos.

- Tipo III: Para alta resistencia temprana.
- Tipo IV: Concreto con bajo calor de hidratación.
- Tipo V: De resistencia elevada a sulfatos.

Por otra parte, la NTP 334.090:2013(p 05-06) clasifica los siguientes cementos adicionados:

- Cementos mezclados: TIPO IS, IP, P, I(PM), I(SM), S. Son cementos mezclados con cenizas muy finas como la puzolana natural, son utilizados en ambientes agresivos formados por sulfatos.
- El Cemento Portland de Escoria: Se integra con la mezcla de clinker, sulfato de calcio y escoria granulada en proporciones abarcadas entre el 25 % y el 65 % del total. Para el cemento Portland MS cuenta un 30%.

Concreto, según la norma E.060 (2019) la define como: mezcla de cemento, agregados fino y grueso más agua, además de ser necesario aditivos (p. 13). La pasta de cemento y agua tras reaccionar químicamente unen los agregados formando una masa parecida a una piedra (Diseño y control de mezclas de concreto, 2014, p. 1).

Mayormente emplea como recursos aglomerantes el cemento portland y agua, no obstante, algunas veces puede incluir escorias, las puzolanas y/o aditivos (NTP 339.047:2006, p. 6).

Es el material más común para construcciones, que en su reacción dicho compuesto resistente mantiene a los agregados en su lugar, brindándole al concreto una notable resistencia a compresión (Ciencia e Ingeniería de Materiales, 2017, p. 667).

Ensayo de asentamiento del concreto, es una herramienta utilizada en los ensayos y trata de un molde metálico troncocónico cuyo diámetro inferior es 20 cm, el superior 10 cm y su altura 30 cm. Cuantifica la consistencia de concreto fresco, radica en rellenar en 3 capas cada una de 10 cm apisonadas con 25 golpes de varilla y golpeada 12 veces en sus contornos con un martillo de goma, después de retirado el molde poder medir el asentamiento que presenta ( NTP 339.035:2009, p. 2-3).

A continuación, se muestra lo anteriormente descrito en la figura 1.

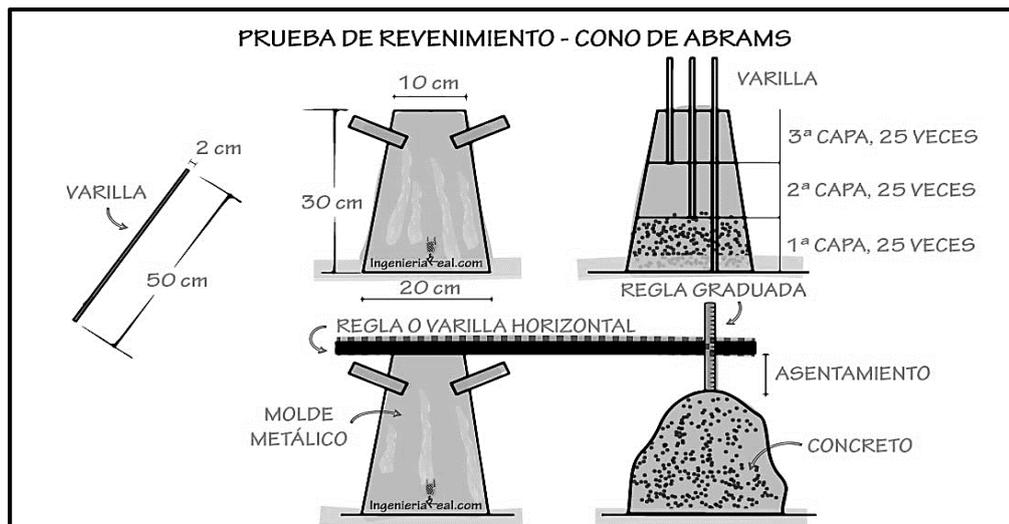


Figura 1. Ensayo de asentamiento del concreto (cono de Abrams).

Resistencia a compresión, es la resistencia última cuantificada de una probeta de concreto o de mortero a carga axial, expresado en unidad de Kg/cm<sup>2</sup>. Este ensayo se efectúa sobre cilindros que poseen 15 cm de diámetro y 30 cm de altura a diferentes edades de curado. Es constantemente empleada para diseñar estructuras, este resultado está íntimamente relacionado con la relación agua-material cementante, condición y tiempo de curado (Diseño y control de mezclas de concreto, 2014, p. 9).

Siendo la resultante de la división entre carga máxima lograda en el ensayo y área transversal del espécimen de concreto (NTP 339.034:2015, p 03).

El diseño de mezclas por el método del ACI 211, es un procedimiento que utiliza tablas, con las cuales se obtienen cantidades de los materiales que conforman al concreto en unidad de m<sup>3</sup> (Quispe Vilca, 2018, p. 56). Que para hallar la cantidad de materiales previamente se tienen que realizar ensayos correspondientes a los agregados (Aliaga y Badajos, 2018, p. 31).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño y enfoque de investigación

El diseño del presente proyecto de investigación es experimental de cualidad cuasi experimental, puesto que es manipulada de manera intencionada la variable independiente (ceniza de cáscara de arroz), con objetivo de evaluar su efecto en variable dependiente (resistencia a compresión del concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>).

Por su tipo, es de nivel explicativo, ya que tiene como fin explicar la influencia en porcentajes de la ceniza de cascarilla de arroz en resistencia a compresión del concreto.

La investigación explicativa, se caracteriza por explicar la ocurrencia y las condiciones en que manifiesta un fenómeno y la correlación entre variables". (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 5).

Su enfoque, es cuantitativo, debido a que se recolectaron y analizaron datos numéricos, Para la variable dependiente (Ceniza de cascarilla de arroz) e independiente (Resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>), ratificando las hipótesis, en esta investigación.

En el enfoque cuantitativo los datos son el resultado de mediciones representadas en números y se analizan por medio de procedimientos estadísticos. (Hernández et al. 2010, p. 95).

### **3.2. Variables y operacionalización**

Hernández y Mendoza, 2018, p. 125 expresaron que la variable es una propiedad del objeto de estudio en la cual es posible su observación y medición.

Variable independiente: Ceniza de cascarilla de arroz (CCA).

Variable dependiente: Resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Ver Anexo 1 (Matriz de Operacionalización de variables) y Anexo 2 (Matriz de Consistencia).

### **3.3. Población, muestra, muestreo**

La población es definida como conjunto de individuos o elementos comprendidos afectados con similares características objetos de estudio, comprendidos en un tiempo y lugar determinado. (Pimienta y De la Orden, 2017, p. 84).

Como población, la contemplaron las probetas de concreto patrón y las constituidas por diferentes porcentajes de CCA, el cemento portland de tipo I, agua, y agregados. El esquema de toda población en estudio es el siguiente:

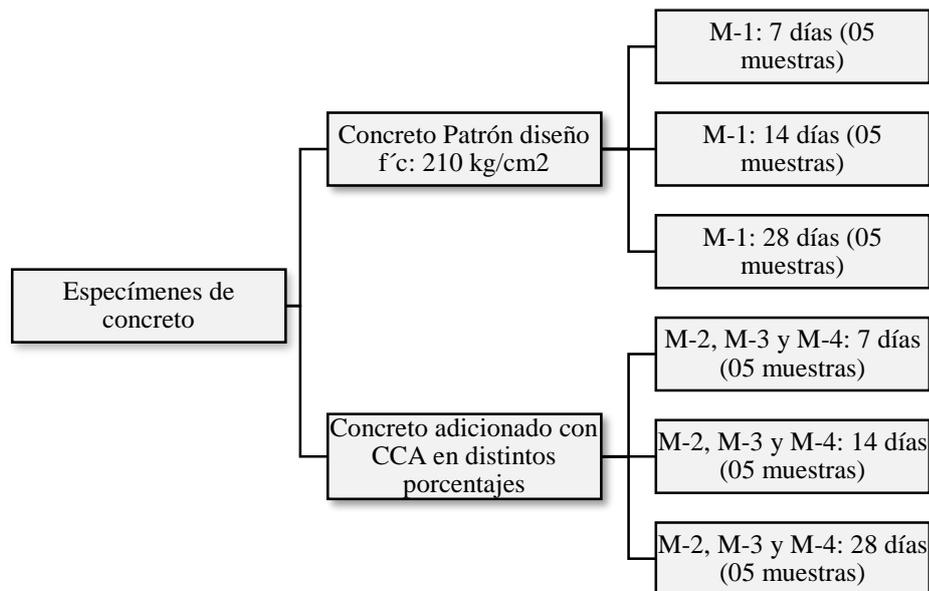


Figura 2. Esquema de la población en estudio.

Como muestra lo conformaron 60 probetas confeccionadas de las cuales las 15 primeras con las del concreto patrón y las restantes las adicionadas con ceniza de cáscara de arroz, según la norma NTP 339.033 con las cualidades mostradas en la figura 3.

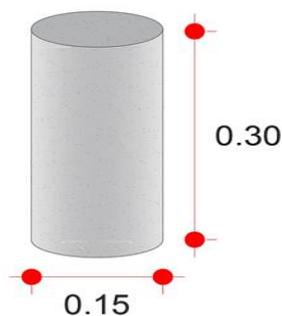


Figura 3. Probeta de concreto para ensayo de resistencia a compresión.

**Tabla 2.** Cuantía de probetas acorde con diseño y edades de evaluación resistencia a compresión.

Resistencia a la compresión del concreto					
Grupo	Tipo de Dosificación	Edad en días			
		7	14	28	
Patrón	M-1 (100%C+0%CCA)	5	5	5	
	M-2 (95%C+5%CCA)	5	5	5	
Adicionado	M-3 (90%C+10%CCA)	5	5	5	
	M-4 (85%C+15%CCA)	5	5	5	

Fuente: Elaboración propia.

Para la presente investigación el muestreo fue no probabilístico. El cual está definido como conjunto de operaciones ejecutadas para estudiar características en la población, está basada en el criterio del investigador, puesto que la muestra no se realiza por métodos de selección aleatorios. (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p. 94).

#### **3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos**

Se consideró la observación directa, adquiriendo información, para su consecutivo análisis, con respecto al concreto con y sin adición de ceniza en sus respectivas dosificaciones.

Se realiza la inspección directa en el lugar donde se presenta el fenómeno o hecho observado, teniendo como fin presenciar todo lo relacionado a conductas y características dentro de ese lugar. (Muñoz, 2011, p. 242).

En la validez del instrumento Vara (2012), comenta que: es el grado que posee el instrumento para medir la o las variables en estudio.

El instrumento empleado está respaldado por tres especialistas, los cuales son ingenieros civiles titulados, colegiados y habilitados; los instrumentos están sellados y firmados por los especialistas (ver anexo 3: Instrumento de recolección de datos y validación).

Respecto a la validez de los ensayos pertinentes, fueron ejecutados por técnicos especializados y todos los equipos están calibrados (ver anexo 10: Certificado de calibración de equipos empleados en ensayos).

En instrumento de recolección de datos, según Valdivia (2008), citado por Ñaupas et al (2018) mencionaron que son cualquier medio material o conceptual que permiten la recopilación de datos sistemática y ordenadamente. (p. 273).

Para la presente tesis se tuvo como instrumentos:

Equipos y herramientas de laboratorio (tamices, cono de Abrams, balanzas, moldes metálicos, carretilla, mezcladora, entre otros).

Ficha de recolección de datos para el oportuno registro de datos resultante de ensayos como granulometría, peso unitarios secos y compactados, asentamiento, resistencia a compresión y otros.

Cuaderno de apuntes, cámara fotográfica y videograbadora.

### **3.5. Procedimientos**

El procedimiento desarrollado en su primera etapa fue realizar los ensayos pertinentes para los materiales utilizados para efectuar el diseño de mezcla para concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y concretos adicionados con CCA mediante el método del comité ACI, dichos ensayos fueron:

Análisis térmico diferencial y análisis de fluorescencia de rayos x a la cascarilla y ceniza de cáscara de arroz, al amparo de la norma ASTM C618.

Ensayos de granulometría para los agregados grueso y fino amparado por la Norma Técnica Peruana (NTP 400.012:2018).

- Ensayo del peso unitario y contenido de humedad de los agregados (NTP 400.017:2016 y NTP 339.185:2018).
- Ensayo de peso específico y del porcentaje de absorción de agregados (NTP 400.022:2018 y NTP 400.021:2018).

Acto seguido con los datos recopilados de los ensayos previos, el laboratorio realizó el pertinente diseño de mezclas, lo cual fue corroborado por el investigador, ver Anexo 7: Diseño de mezclas para concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y adicionados con CCA (5%,10% y 15%).

Luego elaborar el concreto patrón y concreto adicionado con CCA y realizar los siguientes ensayos:

Ensayo para medición de asentamiento del concreto con cemento Portland (NTP 339.035:2015).

Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas del concreto (NTP 339.184:2013).

Método del ensayo normalizado para determinación de resistencia a la compresión del concreto para muestras cilíndricas (NTP 339.034:2015).

Una vez obtenida dicha información se procedió a llenar la ficha de recolección de datos, para su oportuno análisis, y en base a objetivos trazados se redactó discusiones, conclusiones y recomendaciones.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Los resultados, producto de realización de ensayos en laboratorio para los diferentes concretos en términos de asentamiento, temperatura y resistencia a compresión fueron depositados en hojas de cálculo en el programa "Microsoft Excel", tanto en la realización de gráficos y tablas; además se empleó la estadística descriptiva y la estadística inferencial para corroborar o anular la hipótesis planteada.

### **3.7. Aspectos éticos**

En esta investigación se complementó y se respaldó con normas nacionales e internacionales para la obtención de datos. Además, se tomó como guía para citar las referencias bibliográficas la ISO 690 y 690-2: Normalización de estilos para las publicaciones de libros y trabajos académicos.

## **IV. RESULTADOS**

Para el presente estudio de investigación se alcanzaron los siguientes resultados, con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos específicos trazados, detallados de manera ordenada a continuación.

- Objetivo específico N°1: Identificar la temperatura de calcinación mediante ATD y composición química de CCA a través del ensayo de fluorescencia de rayos x.

Para la consigna del presente objetivo se realizaron ensayos logrando identificar las propiedades físicas y químicas que posee su ceniza, realizando el Análisis Térmico Diferencial y difracción por rayos x en las instalaciones del laboratorio LASACI, ubicado en la Universidad Nacional de Trujillo, con un rango de trabajo de 25 hasta 900 °C y 35 mg de muestra analizada. A continuación, se detallan los resultados:

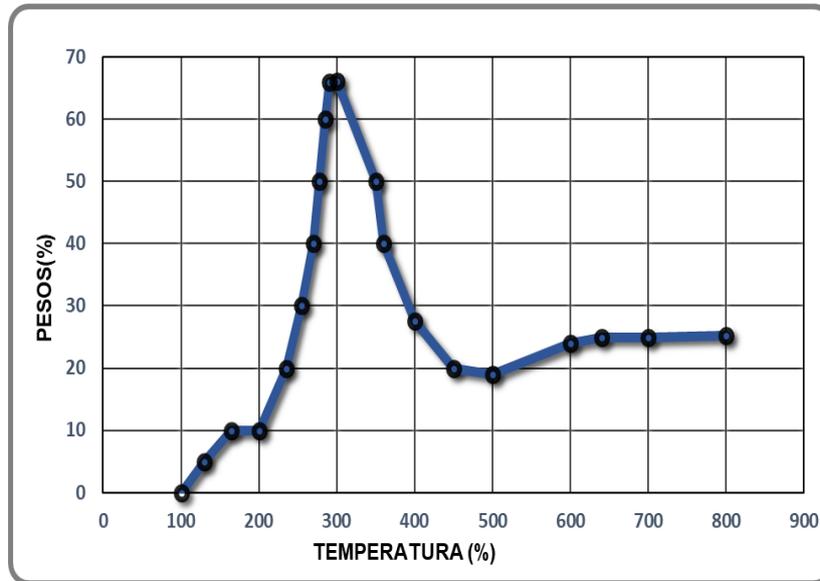


Figura 4. Curva TGA y ATD

**Tabla 3.** Composición química de la ceniza de cascarilla de arroz por XDE.

Composición química	Resultados (%)
Dióxido de silicio (SiO <sub>2</sub> )	40.65
Óxido de calcio (CaO)	24.33
Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10.06
Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.13
Óxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	3.07
Óxido de magnesio (MgO)	2.21
Pentóxido de fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.55
Óxido de cobre (CuO)	0.42
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> )	0.09
Óxido de zinc (ZnO)	0.06
Óxido de manganeso (MnO)	0.01
Pérdida por quemado	11.41
Total	100

Fuente: Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación de la UNT

**Tabla 4.** Clasificación de la cca de acuerdo con sus requisitos químicos.

Composición química	Resultados	Clase		
		N	F	C
Dióxido de silicio (Si O <sub>2</sub> ) + Trióxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) + Trióxido de hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	<b>56.84 %</b>	70.0 min.	70.0 min.	50.0 min.
Trióxido de azufre (SO <sub>3</sub> )	<b>0.09 %</b>	4.0 máx.	5.0 máx.	5.0 máx.

Fuente: Norma ASTM C618-12a.

### Interpretación:

Acorde con el Análisis térmico diferencial, la cascarilla de arroz fue calcinada a 299.5°C por un lapso de tiempo de 2 horas, presentando mayor porcentaje de peso a dicha temperatura, siendo la más óptima para calcinar.

En la tabla 3, se observa que el elemento químico dominante es dióxido de silicio en la ceniza, constituyendo el 40.65% del total.

En la tabla 4, se observa que, de acuerdo con los requisitos químicos, la ceniza en estudio siendo de clasificación C, y es apta para su uso en la fabricación de cemento y/o concreto con determinadas restricciones.

- Objetivo específico N°2: Establecer el diseño de mezclas para el concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y los adicionados con CCA.

Para el cumplimiento de dicho objetivo que es la elaboración del diseño de mezclas, fue necesario realizar el análisis granulométrico para los agregados ( ver Anexo 5: Resultados de ensayos físicos, químico y mecánicos de agregados). De lo cual se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 5.** Propiedades de materiales para el diseño de mezclas para el concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> por ACI.

<b>Propiedad de agregados para Diseño de mezcla método ACI 211.1. concreto patrón <math>f'c</math>: 210 kg/cm<sup>2</sup></b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cemento</b>	<b>A. Fino</b>	<b>A. Grueso</b>
Tamaño Máximo Nominal (TMN)	Pulg.		N°4	1"
Peso específico	gr/cc	3.12	2.67	2.71
Peso unitario suelto	kg/m <sup>3</sup>		1610.0	1400.0
Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>		1737.0	1523.0
Contenido de humedad	%		1.52	0.48
Absorción	%		1.32	0.46
Módulo de fineza			2.85	7.21

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

De la tabla 5, se puede apreciar que los agregados cumplen con los requisitos de la NTP 400.037 y MTC E 204:2000 respecto a su granulometría y características físicas y mecánicas.

Se identificaron los valores de diseño para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, detalladas a continuación:

**Tabla 6.** Valores para el diseño de mezclas para concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> por ACI.

Valores de diseño para concreto $f'c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>		
Descripción	Unidad	Valor
$f'c$ promedio fcr	kg/m <sup>2</sup>	294
Tamaño máximo nominal AG	pulg.	1"
Slump	pulg.	3" - 4"
Volumen unitario del agua	L/m <sup>3</sup>	193.00
% de aire atrapado	%	1.50
Relación agua/cemento (A/C)		0.51
Factor cemento FC	kg/m <sup>3</sup>	378.43
Volumen del agregado grueso compactado por m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	0.67

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación:

De la tabla 6, se denota la resistencia de diseño fue de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, considerando que el concreto contará con un asentamiento de 3" a 4", también se observa las características de los agregados.

De las tablas anteriores se resultaron las tablas siguientes:

**Tabla 7.** Dosificación del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> por peso método ACI.

Dosificación por peso						
Descripción	Unidad	Cemento	A. Finc	A. Grueso	Agua	Aire
Volumen absoluto	m <sup>3</sup>	0.121	0.295	0.376	0.193	0.015
Pesos secos	kg/m <sup>3</sup>	378.43	785.45	1020.41	193	
Humedad superficial del agregado	%		0.20	0.02		
Pesos corregidos por humedad	kg/m <sup>3</sup>	378.43	797.39	1025.31	191.23	
Proporción en peso	kg	<b>1</b>	<b>2.1</b>	<b>2.7</b>	<b>21.48</b>	

Fuente: Elaboración propia en base a reporte de ensayos de laboratorio.

#### Interpretación:

En la tabla 7, la dosificación del concreto bajo el diseño de mezclas para concreto con  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> en peso fue de **1:2.1: 2.7: 21.48** (C:AF:AG: Agua).

**Tabla 8.** Dosificación del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> en volumen mediante método ACI.

Descripción	Dosificación por volumen				
	Unidad	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
Peso de bolsa de cemento	kg	42.5			
Proporción en peso A (Dosificación por peso * kg bls cemento)	kg	1	2.1	2.7	21.48
B(PUS/35.3147 pie <sup>3</sup> conversión)			89.55	115.15	
Dosificación en vol. (A/B)	pie <sup>3</sup>	1	45.59	39.64	
		<b>1</b>	<b>2.0</b>	<b>2.9</b>	<b>21.48</b>

Fuente: Elaboración propia en base a reporte de ensayos de laboratorio.

#### Interpretación:

De la tabla 8, la dosificación del concreto bajo el diseño de mezclas para concreto con f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> en volumen resultó ser de **1: 2.0: 2.9: 21.48** (C:AF:AG: Agua).

Tras obtener la dosificación para el concreto patrón f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> se calcularon la cantidad total de materiales, para el asentamiento de cono de Abrams con un volumen de 0.044 m<sup>3</sup> para 8 ensayos y para los 60 especímenes con un total en volumen de 0.32 m<sup>3</sup> de concreto expresada a continuación:

**Tabla 9.** Total de materiales para elaboración de concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Material	Total de Materiales	
	Cantidad en Peso	Cantidad en Volumen
Cemento	126.74 Kg	2.62 bls
Ceniza de cascarilla de arroz	10.28 Kg	9.03 kg
Agua	69.24 Lts	3.04 bls
Agregado fino	288.71 Kg	8.98 bls
Agregado grueso	371.23 Kg	8.89 bls

Fuente: Elaboración propia.

#### Interpretación:

De la tabla 9, se visualiza la cantidad de materiales necesarios para la elaboración de los ensayos de asentamiento y resistencia a compresión f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>.

- Objetivo específico N°3: Determinar la trabajabilidad y resistencia a compresión de los concretos con diseño de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> para el patrón(M-1) y los adicionados con ceniza en porcentajes de 5%, 10% y 15% (M-2, M3 y M-4 respectivamente).

Se realizaron 2 ensayos de Asentamiento para cada tipo de mezcla de concreto acorde con las normas NTP 339.035.2009 y ASTM C143-12. Resultando que incorporación de la ceniza altera la consistencia del concreto en estado fresco reduciendo levemente su trabajabilidad, asimismo se observa en la próxima tabla:

**Tabla 10.** Medida de asentamiento para diferentes tipos de mezclas

Tipo	Concreto con:		Asentamiento Promedio (SLUMP)			Trabajabilidad
	Cemento	CCA	1.º Ensayo	2.º Ensayo	SLUMP (plg)	
M-1	100%	0%	7.62	7.63	3.00	Trabajable
M-2	95%	5%	7.59	7.62	3.00	Trabajable
M-3	90%	10%	8.98	8.82	3.50	Trabajable
M-4	85%	15%	8.13	8.15	3.20	Trabajable

Fuente: Elaboración propia.

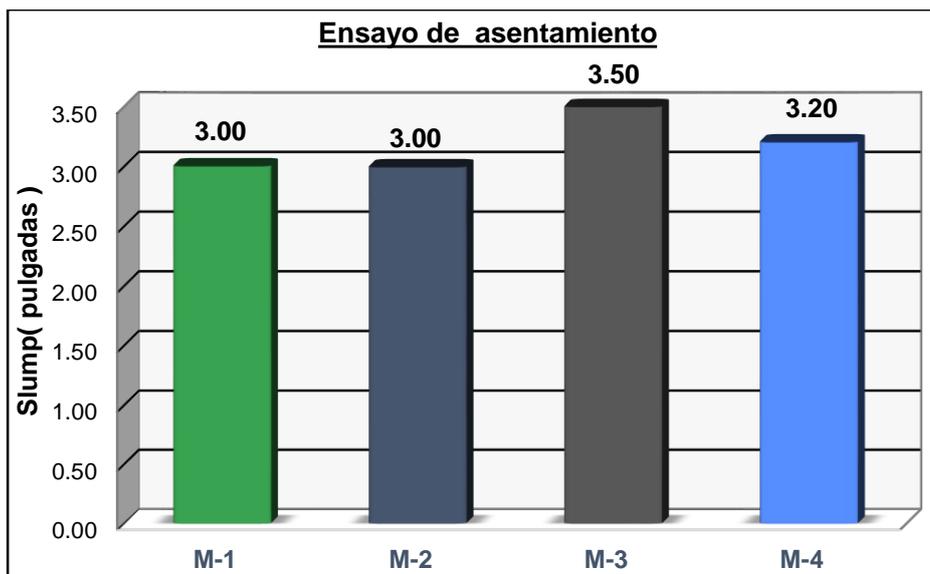


Figura 5. Impacto de los % de CCA en el asentamiento de mezclas de concreto.

### Interpretación:

Se consideró como mezcla trabajable a la que posee consistencia plástica teniendo en cuenta el asentamiento de diseño de 3" a 4"; asimismo se presentó variaciones mínimas de cuantía de agua por la adición de CCA como reemplazo porcentual de cemento.

De la tabla 10 y figura 5, se contempla que para el concreto patrón M-1 y M-2 alcanzaron un asentamiento de 3.00", con disminución mínima para las mezclas M-3 y M-4 en 3.50" y 3.20" respectivamente. Además, se observa que la trabajabilidad del concreto disminuye al incrementar el porcentaje de ceniza, debido a que esta posee menos densidad que el cemento.

Se realizó un monitoreo de la temperatura del concreto para los distintos tipos de mezclas en un lapso de 3 horas bajo la NTP 330.184.2013, en la siguiente tabla se detalla los registros logrados.

Tabla 11. Monitoreo de temperatura interna de concreto.

Grupo	Cementante		Temperatura por horas( C°)			
	Cemento	CCA	1 hora	2 hora	3 hora	Promedio
M-1	100%	0%	20.56	20.50	20.45	20.5
M-2	95%	5%	20.98	20.92	20.81	20.9
M-3	90%	10%	20.94	20.78	20.71	20.8
M-4	85%	15%	21.17	21.10	20.45	20.9

Fuente: Elaboración propia.

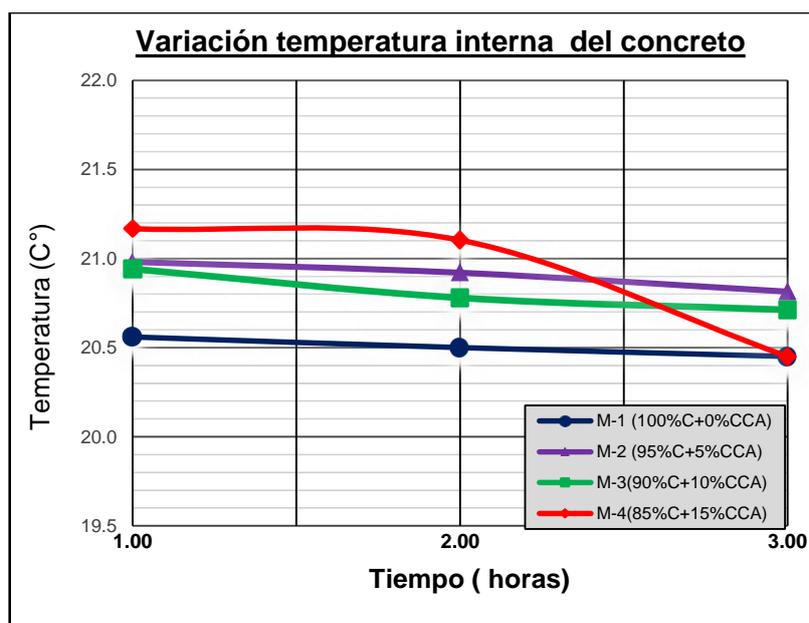


Figura 6. Desarrollo de la temperatura interna del concreto.

Analizando los datos de la tabla 11 y figura 6, se observa que la mezcla de concreto patrón M-1 presenta una temperatura menor a las adicionadas M-2, M-3 y M-4 muestra un aumento mínimo de temperatura interna.

La tabla 7 muestra en promedio la resistencia a compresión de concreto ensayado a 7, 14 y 28 días del concreto patrón y de concretos con adición en porcentajes de ceniza de cáscara de arroz, se realizaron acorde con la NTP 339.034.2015.

**Tabla 12.** Síntesis de resultados del ensayo de resistencia a la compresión de concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Grupo	Dosificación cementantes		Promedio de $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )		
	Cemento	CCA	7 días	14 días	28 días
M-1	100%	0%	158.90	193.80	222.90
M-2	95%	5%	127.60	191.60	220.90
M-3	90%	10%	109.70	190.40	217.10
M-4	85%	15%	108.14	188.60	212.40

Fuente: Elaboración propia.

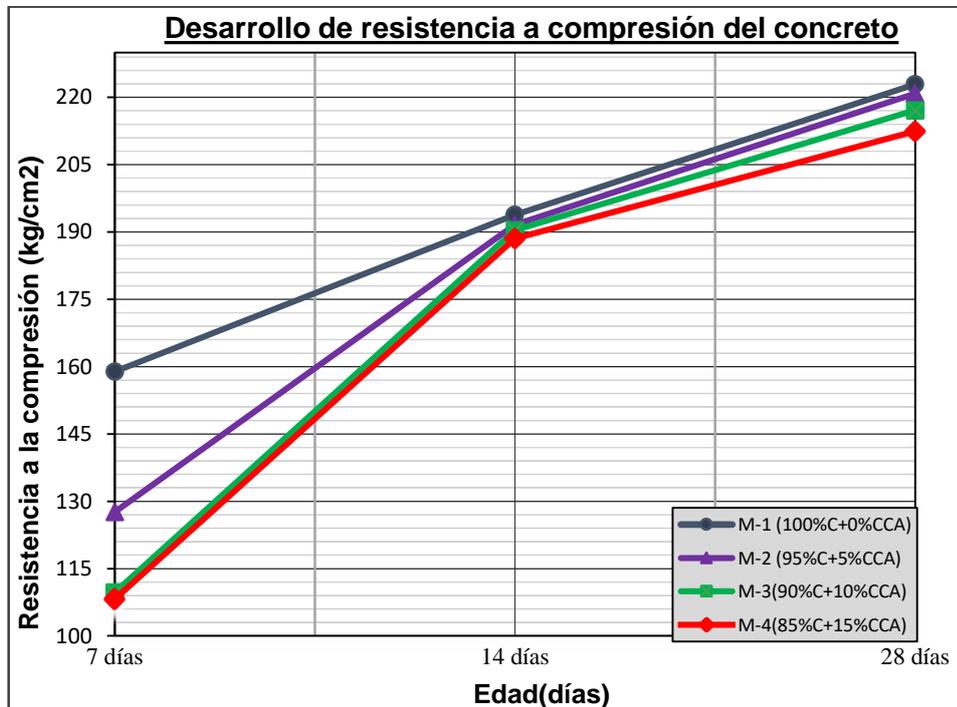


Figura 7. Desarrollo de resistencia a la compresión a 7, 14 y 28 días para las mezclas.

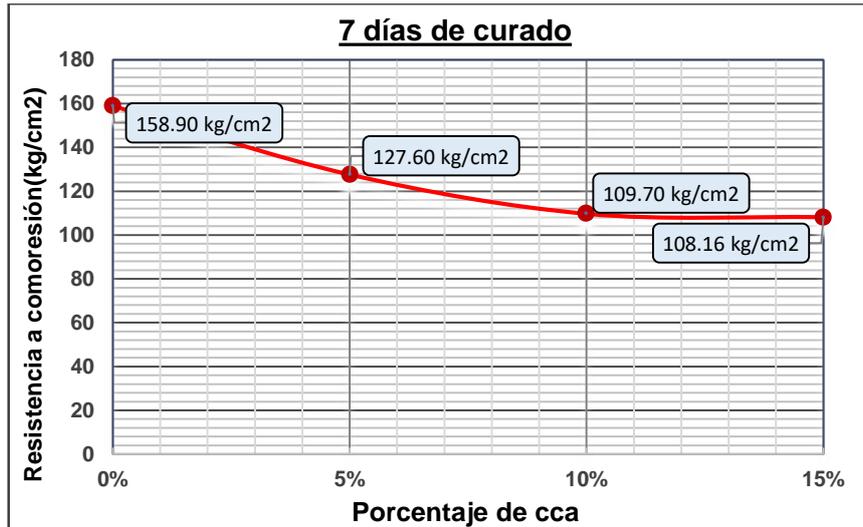


Figura 8. Desarrollo de  $f'c$  para los concretos a edad de 7 días.

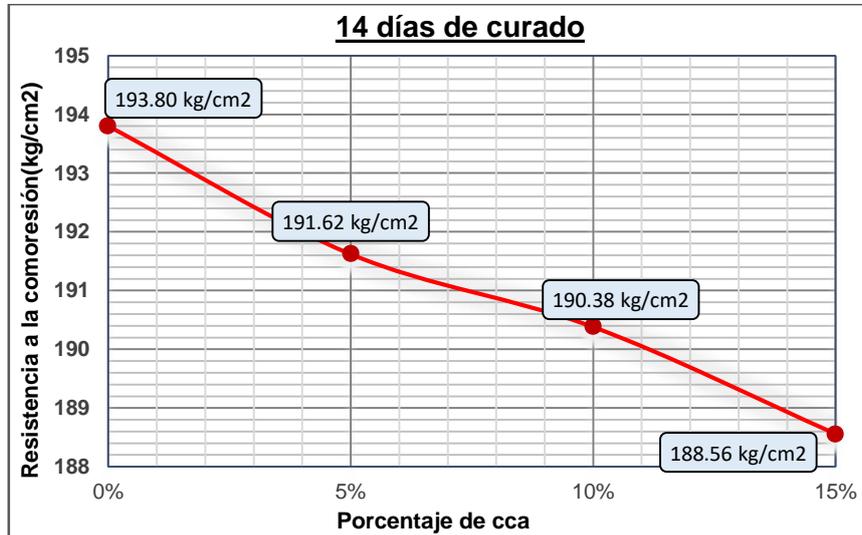


Figura 9. Desarrollo de  $f'c$  para los concretos a edad de 14 días.

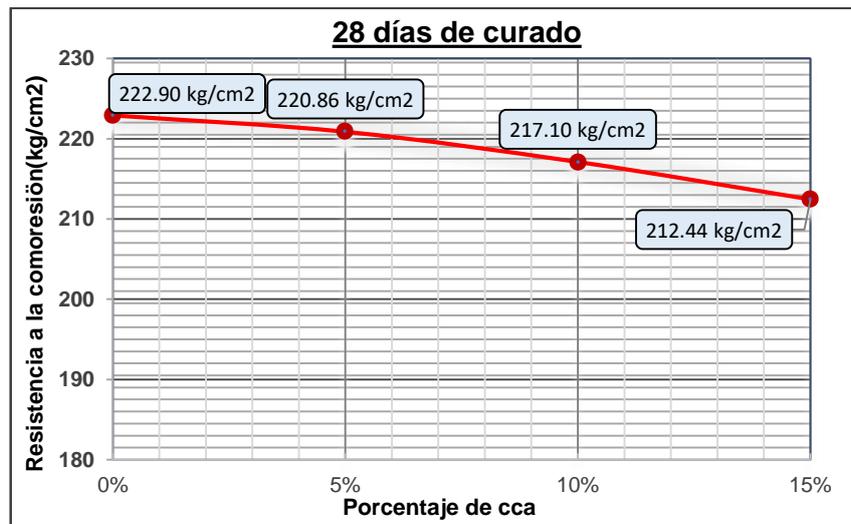


Figura 10. Desarrollo de  $f'c$  para los concretos a edad de 28 días.

Examinando la tabla 12, las figuras 7,8 ,9 y 10, se aprecia que el promedio de resistencia a 28 días para M-1, concreto patrón es de 222.90 kg/cm<sup>2</sup>, la cual supera la resistencia diseñada de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Referente a las mezclas M-2 y M-3, se observa que desciende su resistencia a los 28 días en 0.915% y 2.602% respectivamente y para la muestra M-4 solo alcanza el 95.31% del concreto patrón(M-1).

- Objetivo específico N°4: Analizar el porcentaje de adición óptimo de ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la resistencia a compresión del concreto.

En contraste con la tabla 12 se logra la tabla 13, detallada a continuación:

**Tabla 13.** Promedio de la resistencia a compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de los concretos.

Tipo de Dosificación			Promedio de Resistencia a Compresión(kg/cm <sup>2</sup> )			% Variación $F'c$ respecto a M-1					
			7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días			
Grupo	Cemento	CCA	M-1	100%	0%	158.90	193.80	222.90	-	-	-
M-2	95%	5%	127.60	191.62	220.86	-19.70%	-1.12%	-0.92%			
M-3	90%	10%	109.70	190.38	217.10	-30.96%	-1.76%	-2.60%			
M-4	85%	15%	108.14	188.56	212.44	-31.94%	-2.70%	-4.69%			

Fuente: Elaboración propia acorde con el reporte (Anexo 11).

### Interpretación:

El concreto M-1(concreto patrón), alcanzó un promedio de resistencia a la compresión a 14 días en 193.80 kg/cm<sup>2</sup> incrementando un 21.96% y de 222.90 kg/cm<sup>2</sup> a la edad de 28 días elevando un 15.02% con relación a la anterior, esto avala el acertado diseño de mezclas del método del ACI 211 del concreto de diseño de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Para el concreto M-2, se logró un promedio de resistencia de 191.62 kg/cm<sup>2</sup> con una baja de 1.125% a los 14 días y a los 28 días un 220.86kg/cm<sup>2</sup>, disminuyendo 0.915%. Siendo este el porcentaje óptimo para la adición de CCA en un concreto experimental para mejorar su resistencia a compresión. El concreto tipo M-3, presenta un promedio de resistencia 190.38 kg/cm<sup>2</sup> a 14 días resultando un descenso del 1.765% y de 217.10 kg/cm<sup>2</sup> con una minoría de 2.602% a 28 días de edad, en comparación con el concreto patrón (M-1).

El concreto tipo M-4, tiene una resistencia promedio a 14 días de 188.56 kg/cm<sup>2</sup> significando una disminución de 2.704% y de 212.44 kg/cm<sup>2</sup> con merma de 4.693% a los 28 días de edad teniendo en cuenta el concreto patrón.

## Análisis y comprobación de hipótesis.

Del análisis estadístico en el anexo 11, se detalla el método del cómputo de la distribución normal e histograma de frecuencias para el concreto patrón(M-1) y los adicionados en porcentajes con CCA.

Se analizaron datos tales como la desviación estándar, el coeficiente de variación y gráfica de distribución normal para resistencia a compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días se detallan a continuación:

**Tabla 14.** Análisis estadístico para CP (100%C + 0%CCA)- Resistencia a la compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>- edad de 28 días.

Probeta	X	X-Xi	(X-Xi) ^2	Parámetro para validación de datos	
				Representación	Valor
C.P. - 1	222.2	-0.70	0.49	n:	5.00
C.P. - 2	223.3	0.40	0.16	Xi:	222.90
C.P. - 3	223.6	0.70	0.49	$\sum(X-Xi) ^2$ :	1.24
C.P. - 4	222.6	-0.30	0.09	Varianza ( $\sigma^2$ )	0.25
C.P. - 5	222.8	-0.10	0.01	Des. Estándar( $\sigma$ )	0.50
				CV	0.22%
<b>Estado de Confiabilidad</b>	<b>Dispersión total (<math>\sigma</math>)</b>			<b>EXCELENTE</b>	
	<b>Dispersión entre testigos (CV)</b>			<b>EXCELENTE</b>	

Fuente: Elaboración propia.

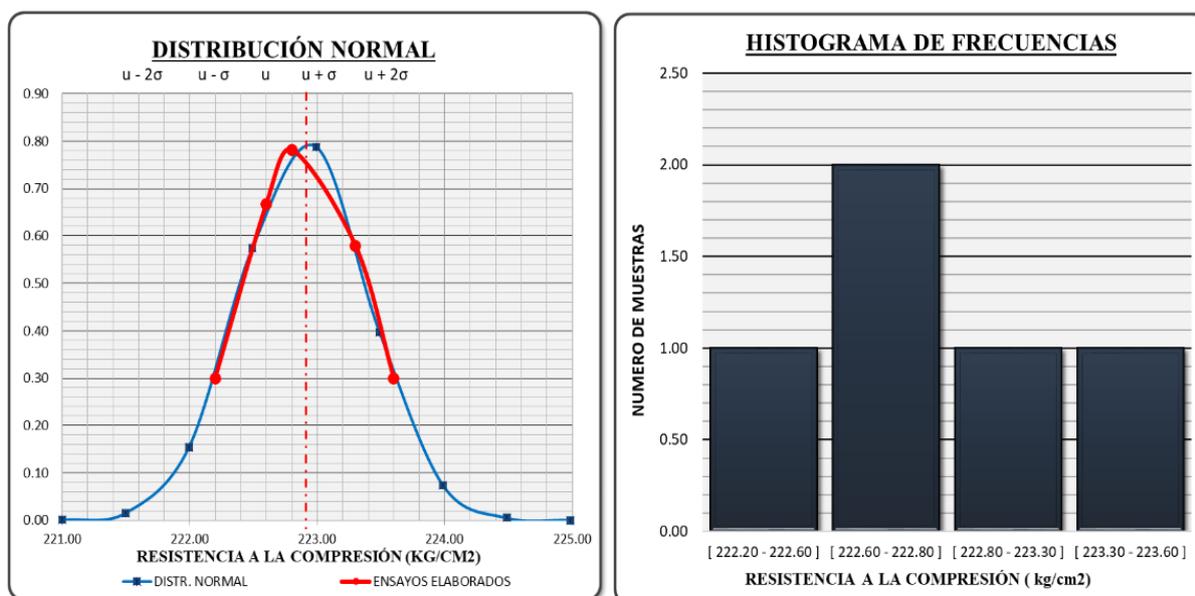


Figura 11. Distribución normal: CP (100%C+0%CCA).

**Interpretación de tabla 14 y la figura 11:**

Observando la tabla 14, el análisis estadístico para el concreto patrón, tomando como referencia la dispersión total y entre testigos para la validación de datos, nos muestra 0.50 de desviación estándar inferior a 14.1, clasificándose como excelente, y un coeficiente de variación de 0.22 inferior a 2, por lo cual se considera como excelente. La figura 11, demuestra la existencia de dispersión en los intervalos.

**Tabla 15.** Análisis Estadístico para M-2 (95%C+5%CCA)- Resistencia a compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> - edad de 28 días.

Probeta	X	X-Xi	(X-Xi) <sup>2</sup>	Parámetro para validación de datos	
				Representación	Valor
95%C+5%CCA- 1	221.2	0.34	0.12	n :	5.00
95%C+5%CCA- 2	220.7	-0.16	0.03	Xi:	220.86
95%C+5%CCA- 3	220.5	-0.36	0.13	$\sum(X-Xi)^2$ :	0.29
95%C+5%CCA- 4	221	0.14	0.02	Varianza ( $\sigma^2$ )	0.06
95%C+5%CCA- 5	220.9	0.04	0.00	Des. Estándar ( $\sigma$ )	0.24
				CV	0.11%
<b>Estado de Confiabilidad</b>	<b>Dispersión total (<math>\sigma</math>)</b>			<b>EXCELENTE</b>	
	<b>Dispersión entre testigos (CV)</b>			<b>EXCELENTE</b>	

Fuente: Elaboración propia.

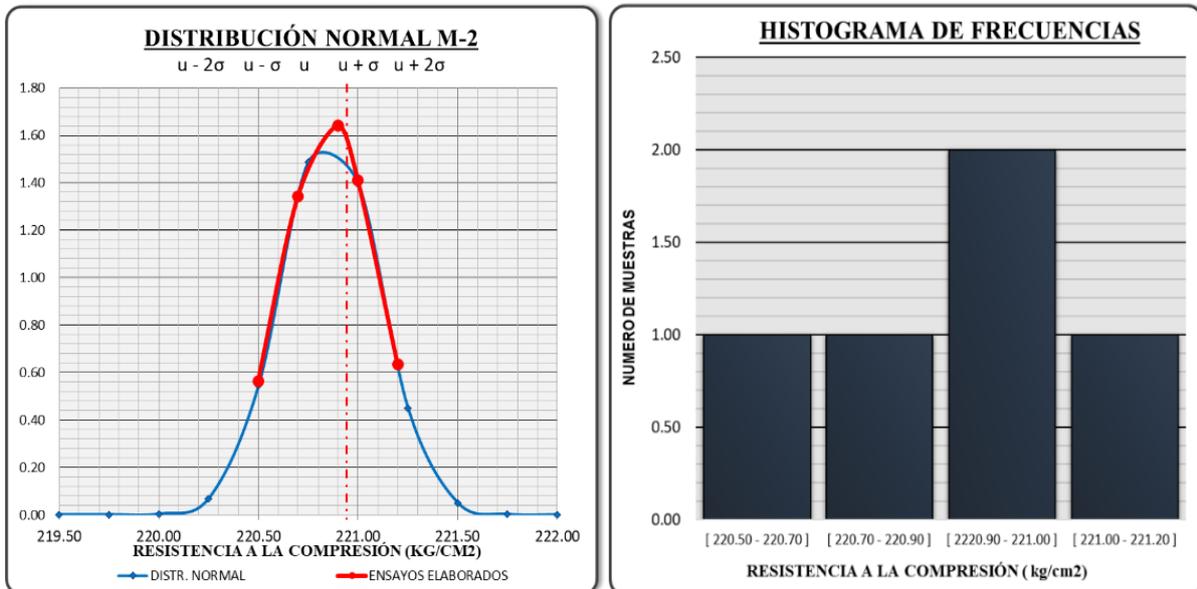


Figura 12. Distribución normal para concreto adicionado M-2(95%C+5%CCA).

**Interpretación de tabla 15 y la figura 12:**

Observando la tabla 15, el análisis estadístico para el concreto adicionado denominado M-2(95%C+5%CCA), tomando como referencia la dispersión total y entre testigos para la validación de datos, nos muestra un 0.24 de desviación estándar inferior a 14.1, clasificándose como excelente, y un coeficiente de variación de 0.11 inferior a 2, por lo cual es excelente. La figura 12, demuestra la existencia mínima de dispersión en los intervalos.

**Tabla 16. Análisis Estadístico para M-3 (90%C+10%CCA)- Resistencia a compresión f'c 210 kg/cm2- edad de 28 días.**

Probeta	X	X-Xi	(X-Xi) ^2	Parámetro para validación de datos	
				Representación	Valor
90%C+10%CCA- 1	217.5	0.40	0.16	n:	5.00
90%C+10%CCA- 2	216.7	-0.40	0.16	Xi:	217.10
90%C+10%CCA- 3	217.3	0.20	0.04	$\sum(X-Xi) ^2$ :	0.40
90%C+10%CCA- 4	217.1	0.00	0.00	Varianza ( $\sigma^2$ )	0.08
90%C+10%CCA- 5	216.9	-0.20	0.04	Des. Estándar	0.28
				( $\sigma$ )	
				CV	0.13%
<b>Estado de Confiabilidad</b>	<b>Dispersión total (<math>\sigma</math>)</b>		<b>EXCELENTE</b>		
	<b>Dispersión entre testigos (CV)</b>		<b>EXCELENTE</b>		

Fuente: Elaboración propia.

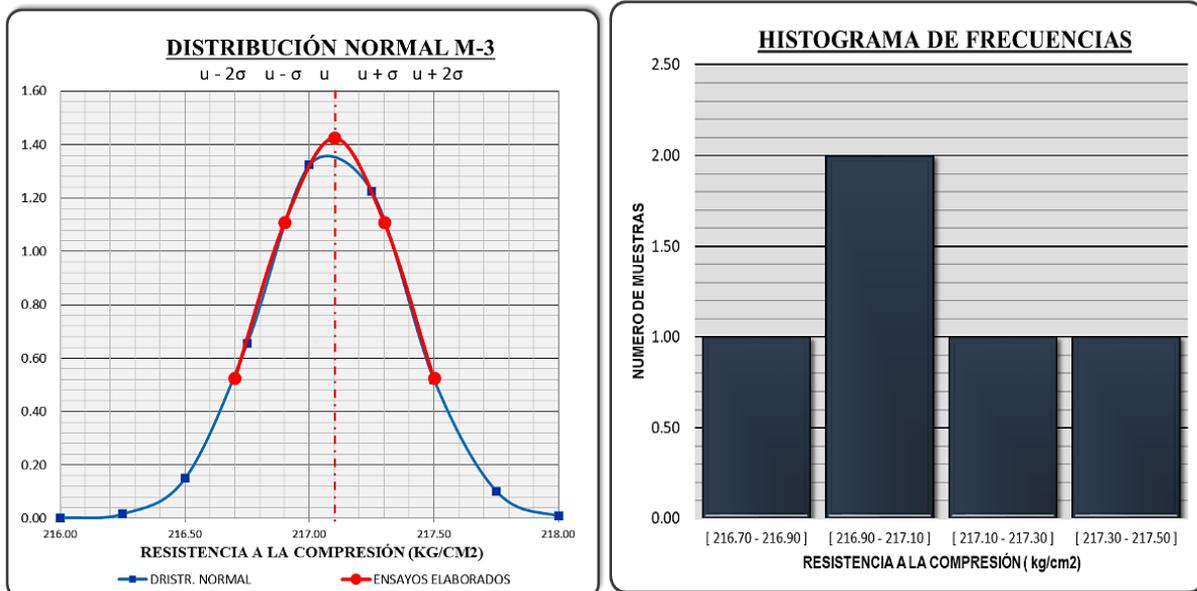


Figura 13. Distribución normal para concreto adicionado M-3 (90%C+10%CCA).

### Interpretación de tabla 16 y la figura 13:

Observando la tabla 16, el análisis estadístico para el concreto adicionado denominado M-3(90%C+10%CCA), tomando como referencia la dispersión total y entre testigos para la validación de datos, nos muestra un 0.28 de desviación estándar inferior a 14.1, clasificándose como excelente, y un coeficiente de variación de 0.13 menor que 2, considerándose como excelente. La figura 13, demuestra la existencia mínima de dispersión en intervalos.

**Tabla 17. Análisis Estadístico para M-4 (85%C+15%CCA)- Resistencia a Compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>- edad de 28 días.**

Probeta	X	X-Xi	(X-Xi) ^2	Parámetro para validación de datos	
				Representación	Valor
85%C+15%CCA- 1	212.6	0.16	0.03	n :	5.00
85%C+15%CCA- 2	211.9	-0.54	0.29	Xi:	212.44
85%C+15%CCA- 3	212.1	-0.34	0.12	$\sum(X-Xi)^2$ :	0.71
85%C+15%CCA- 4	212.7	0.26	0.07	Varianza ( $\sigma^2$ )	0.14
85%C+15%CCA- 5	212.9	0.46	0.21	Des. Estándar ( $\sigma$ )	0.38
				CV	0.18%
<b>Estado de Confiabilidad</b>	<b>Dispersión total (<math>\sigma</math>)</b>			<b>EXCELENTE</b>	
	<b>Dispersión entre testigos (CV)</b>			<b>EXCELENTE</b>	

Fuente: Elaboración propia.

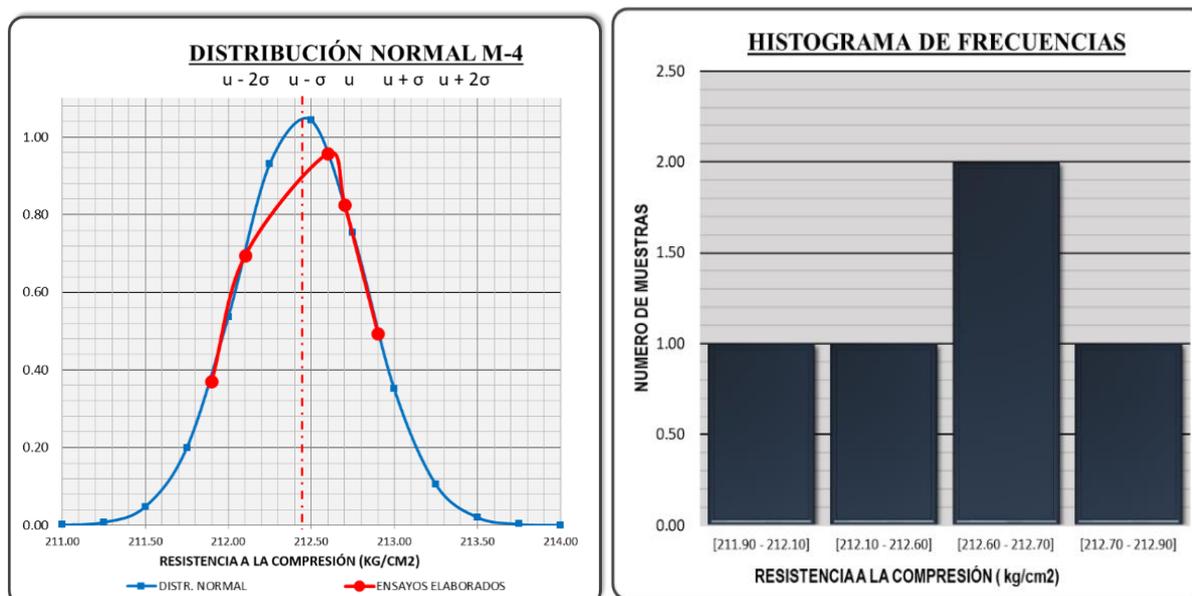


Figura 14. Distribución normal para concreto adicionado M-4(85%C+15%CCA).

### Interpretación de tabla 17 y la figura 14:

Observando la tabla 17, en el análisis estadístico para M-4(85%C+15%CCA), tomando como referencia la dispersión total y entre testigos para la validación

de datos, nos muestra un 0.38 de desviación estándar inferior a 14.1, clasificándose como excelente, y un coeficiente de variación de 0.18 inferior a 2, por lo cual se considera como excelente. La figura 14, presenta la existencia mínima de dispersión en los intervalos.

### Establecimiento de hipótesis nula e hipótesis alternativa

Se comprueba la hipótesis sobre las medias de los concretos, para mejora del concreto adicionado frente al concreto patrón. Para lo cual se tiene:

- Ho (hipótesis nula): La adicción de CCA como sustituto parcial de peso del cemento, no aporta mayor resistencia a la compresión del concreto.

$$H_0: \mu_{\underline{x}_{CCA}} \leq \mu_{\underline{x}_{CP}}$$

- H1(hipótesis alternativa): La adicción de CCA como sustituto parcial al peso de cemento, aporta mayor resistencia a compresión del concreto.

$$H_1: \mu_{\underline{x}_{CCA}} > \mu_{\underline{x}_{CP}}$$

**Tabla 18.** Estadístico prueba “tp” para resistencia a compresión de concreto f’c 210 kg/cm2 a edad de 28 días.

N° de Ensayo	M-1 (100%C+0%CCA) (kg/cm2)	M-2 (95%C+5%CCA) (kg/cm2)	M-3 (90%C+10%CCA) (kg/cm2)	M-4 (85%C+15%CCA) (kg/cm2)
1	222.2	221.2	217.5	212.6
2	223.3	220.7	216.7	211.9
3	223.6	220.5	217.3	212.1
4	222.6	221.0	217.1	212.7
5	222.8	220.9	216.9	212.9
ni	5.00	5.00	5.00	5.00
Xi	<b>222.90 kg/cm2</b>	<b>220.86 kg/cm2</b>	<b>217.10 kg/cm2</b>	<b>212.44 kg/cm2</b>
σ <sup>2</sup>	0.25	0.06	0.08	0.14
σ	0.50	0.24	0.28	0.38
XCCA - XC	-----	-2.04	-5.80	-10.46
cv	0.22	0.11	0.13	0.18
Sp	-----	0.39	0.40	0.44
tp	-----	-8.24	-22.65	-37.43

Fuente: Elaboración propia.

Además, se calculó el estadístico de prueba con la distribución t-student, puesto que para comparar las medias de resistencias se tiene 5 repeticiones por cada concreto, resultando que  $n_1+n_2$ : 8 GDL y también se tiene que el nivel de significancia es de 0.05. El valor de  $t_{\text{tabla}}$  es de 1.86 (ver anexo 12: Tabla de distribución t de student).

**Tabla 19.** Decisión sobre hipótesis  $H_0$  con  $t_p$  para resistencia a compresión concreto  $f'_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días.

Descripción	M-1 (100%C+0%CCA)	M-2 (95%C+5%CCA)	M-3 (90%C+10%CCA)	M-4 (85%C+15%CCA)
$t_p$	-----	-8.24	-22.65	-37.43
$\alpha$	0.05	0.05	0.05	0.05
$(n_1+n_2)-2$	-----	8	8	8
$t_{\text{tabla}}$	-----	1.86	1.86	1.86
Decisión	-----	no se rechaza Ho	no se rechaza Ho	no se rechaza Ho

Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación de tabla 18 y 19:

De tabla 18 y 19 se observa que los estadísticos de prueba para los concretos adicionados M-2, M-3 y M-4, recaen en la zona en donde “No se rechaza la  $H_0$ ” de la curva t student donde ( $t_p < t_{\text{tabla}}$ ). Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula, la cual afirma que la adicción de CCA como sustituto parcial del peso de cemento, no aporta mayor resistencia a la compresión del concreto, siendo que la resistencia de concretos adicionados con CCA son menores que del concreto patrón a edad de curado de 28 días, a un nivel de significancia de 5%.

## V. DISCUSIÓN

Se sometieron a ensayos a los siguientes materiales utilizados en el presente estudio:

- **Agregado grueso:** Fue de procedencia de la cantera Talambo. Se puede notar que la gráfica que la curva granulométrica se localizó en los márgenes establecidos por la NTP 400.037: 2018.
- **Agregado fino:** Procedente de la cantera Talambo, en el gráfico de la curva granulométrica se encontró entre los límites dados por la 400.037: 2018.
- **Ceniza de cascarilla de arroz:** Referente a su composición química cumplió los requisitos expuestos por la norma ASTM-C 618-03.
- **Agua:** Se utilizó agua brindada por el laboratorio SEMP Asfaltos, que al ser potable es calificada para su uso en elaboración de concreto de acuerdo con la NTP 339.088.

Para encontrar las propiedades físicas de los agregados grueso y fino se sometieron a ensayos.

Se diseñó el concreto patrón bajo método del ACI 211.1, calculando así la dosificación de los materiales que lo componen, a su vez se copió el mismo diseño de mezclas para los concretos adicionados (M-2, M-3 y M-4), con la diferencia que se reemplazó en porcentajes de peso de cemento por ceniza de cascarilla de arroz.

La temperatura óptima para calcinar la ceniza de cascarilla de arroz, resultó ser de 299.5°C y además se encontró un 40.65% de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), siendo este es el componente predominante de la composición química de la ceniza estudiada, la cual es próxima a las encontradas en los antecedentes, en donde Quispe (2018), obtuvo que para una temperatura de calcinación de 300±5°C y un 54.30 % de dióxido de silicio.

El diseño de mezcla para la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> en volumen fue de 1: 2.0: 2.9: 21.48 (C: AF: AG: Agua), lo cual se asemeja lo encontrado por Aliaga y Bajados (2018) de 1: 1.82: 2.99: 0.56 (C: AF: AG: Agua).

De los resultados de consistencia, se observó que la adición de 5, 10 y 15% de ceniza de cascarilla de arroz por cemento, es afectada debido a que la ceniza posee más volumen que el cemento. El resultado obtenido del promedio de asentamiento fue de 3 pulgadas tanto para el concreto patrón(M-1) y el adicionado M-2 (95%C+5%CCA), para el concreto M-3(90%C+10%CCA), muestra 3.50 pulgadas y para el concreto M-4(85%C+15%CCA) fue de 3.20 pulgadas, presentando una mezcla trabajable. Reafirmando los resultados obtenidos de Aliaga y Bajados (2018) con valores muy cercanos en los porcentajes propuestos para la CCA.

A partir de los ensayos de la resistencia a la compresión, se observa que el concreto patrón M-1(100%C+0%CCA), resulta con 222.90kg/cm<sup>2</sup>, para superando al de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto M-2(95%C+5%CCA) con 220.86 kg/cm<sup>2</sup> con una disminución de 0.92% respecto al concreto patrón, el concreto M-3(90%C+10%CCA), muestra 217.10 kg/cm<sup>2</sup> minorando un 2.60% en referencia al patrón y para M-4(85%C+15%CCA), es de 212.44 kg/cm<sup>2</sup> decayendo un 4.69% respecto al patrón. Datos que difieren a los obtenidos por Quispe (2018).

Según lo detallado anteriormente se puede deducir que el porcentaje óptimo de adición parcial de CCA por peso de cemento es 5%, puesto que presenta un valor de 220.86 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días de curado, afirmando lo dicho por Aliaga y Bajados (2018) los cuales obtuvieron a dicho porcentaje un valor de resistencia de 290 kg/cm<sup>2</sup>.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se identificó que la temperatura de calcinación de ceniza de cascarilla de arroz fue 299.5°C y con un 40.65% dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) con una pérdida de masa por quemado de 11.41%. La cual cumple los requisitos especificados en la norma ASTM C618-12.

Se estableció el respectivo diseño de mezclas bajo el método del comité ACI 211 para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y los concretos adicionados con ceniza de cascarilla de arroz por peso de cemento a razón de 5%, 10% y 15%.

Se determinó que la trabajabilidad del concreto patrón es de 3 pulgadas al igual que el adicionado M-2 (95%C+5%CCA), y que para los concretos M-3(90%C+10%CCA) y M-4(85%C+15%CCA) en valores de 3.50 plg y 3.20 plg respectivamente.

De la resistencia a compresión del concreto con  $f'c$  de diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> a 28 días se concluye que los concretos adicionados no superan la resistencia del concreto patrón de 222.9 kg/cm<sup>2</sup>.

Además, se concluye que el porcentaje más óptimo para la elaboración de concreto es el tipo M-2 con adición de 5% la que más se acerca a la resistencia del concreto patrón.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda para futuras investigaciones que se tomen mayor número de muestras de ceniza de cascarilla de arroz en distintas temperaturas evaluando la variación en su composición química.

Respecto al diseño de mezclas para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> se recomienda determinarlo por otros métodos para la cuantificación de materiales y verificar por asentamiento y resistencia a compresión de los concretos para estudiar su variación.

Para la fabricación de concreto adicionado con ceniza, se recomienda el empleo de aditivos plastificantes para mermar la cantidad de agua.

Se recomienda usar distintos porcentajes de ceniza de cascarilla de arroz en la evaluación de resistencia a compresión del concreto.

Finalmente se recomienda realizar ensayos complementarios tales como resistencia a flexión y a tracción.

Se recomienda la divulgación del uso de subproductos agrícolas que son poco aprovechados, debido a su desconocimiento o poco interés por parte de profesionales, empresas afines y población en general.

## REFERENCIAS

AIZPURUA, Lidia, MORENO, Geneva, CABALLERO, Karen. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. *I+D Tecnológico*, 2018, vol. 14, no 2, p. 29-37. Disponible en: <https://1library.co/document/q75x90nz-estudio-concreto-alta-resistencia-cenizas-materiales-organicos-polimeros.html>

ALIAGA, Juan y BADAJOS, Bet El Daniel. Adición de cenizas de cascarilla de arroz para el diseño de concreto f' c 210kg/cm<sup>2</sup>, Atalaya, Ucayali–2018. 2018. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34374>

AMIN, Muhammad, et al. (2019) Pozzolanic Reactivity and the Influence of Rice Husk Ash on Early-Age Autogenous Shrinkage of Concrete, Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmats.2019.00150/full>

ARÉVALO, Andy y LÓPEZ, Luis. Adición de ceniza de la cascarilla de arroz para mejorar las propiedades de resistencia del concreto en la región San Martín. 2020. Disponible en: <http://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/3740>

ASKELAND, Donald. 2017. Ciencia e Ingeniería de Materiales.7 edición. México: International Thomson Editores,2017.561 pp. ISBN: 978-607-526-062-4. Disponible en: <https://www.libreriaingeniero.com/2020/10/ciencia-e-ingenieria-de-materiales-donald-r-askeland-7ma-edicion.html>

FAO. (2019). PERSPECTIVAS AGRÍCOLAS 2019-2028. Universidad Autónoma Chapingo, México. Obtenido de París/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Roma.1ed. Roma: FAO, 2019. 344pp. ISBN: 978-92-5-131385-5  
Disponible en: <http://www.fao.org/3/ca4076es/CA4076ES.pdf>

FERNANDEZ, Denis y RAMOS, Héctor. Influencia de la microsílíce sobre la resistencia a la compresión de concretos con relaciones agua/cemento 0.30; 0.35 y 0.40 Trujillo, 2019. 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23702>

GAVIRIA, Isabella, et al. EVALUACIÓN DEL USO DE LA CASCARILLA DEL ARROZ PARA EL DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería, 2018. Disponible en: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/418>

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María, 2006: Metodología de la investigación. 5 edición. México: McGraw-Hill / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. ISBN: 978-607-15-0291-9. Disponible en: [https://www.academia.edu/23889615/Hern%C3%A1ndez\\_Sampieri\\_R\\_Fern%C3%A1ndez\\_Collado\\_C\\_y\\_Baptista\\_Lucio\\_M\\_P\\_2010](https://www.academia.edu/23889615/Hern%C3%A1ndez_Sampieri_R_Fern%C3%A1ndez_Collado_C_y_Baptista_Lucio_M_P_2010)

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María, 2010: Metodología de la investigación. 6 edición. México: Mc GRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian, 2018: Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. 1 edición. México: Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. ISBN: 978-1-4562-6096-5. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/523954225/Metodologia-de-La-Investigacion-Las-Rutas-Cuantitativa-Cualitativa-y-Mixta-Roberto-Hernandez-Sampieri-2018>

JAIME HUERTAS, Miguel Ángel; PORTOCARRERO REGALADO, Luis Alberto. Influencia de la cascarilla y ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión de un concreto no estructural, Trujillo 2018. 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13593>

KOSMATKA, & S.H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). "Diseño y control de mezclas de concreto", boletín de ingeniería EB201., Portland Cement Association, PCA serial No. 2797. ISBN 0-89312-233-5. México. Disponible en: [https://issuu.com/daniel0252/docs/dise\\_o\\_y\\_control\\_de\\_mezclas\\_de\\_con](https://issuu.com/daniel0252/docs/dise_o_y_control_de_mezclas_de_con)

LONDERO, Charles. Valorização da cinza da casca de arroz com aplicação no concreto. 2017 (Universidade federal de Santa Catarina-campus Araranguá). Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/182270>

MATIENZO, Jorge. Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo al cemento por la combinación de un 8% por el polvo de la concha de abanico y 12% por las cenizas de la cáscara de arroz-2017. 2018. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.pe/handle/USANPEDRO/5476>

MATTEY, Pedro E., et al. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *Revista latinoamericana de metalurgia y materiales*, 2015, vol. 35, no 2, p. 285-294. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0255-69522015000200015&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0255-69522015000200015&script=sci_arttext&tlng=pt)

MINAGRI. (2019). IV CENSO NACIONAL DE ARROZ 2019. Lima. Disponible en : <https://docplayer.es/148146639-Informe-iv-censo-nacional-de-arroz-en-molinos-almacenes-y-comercios-mayoristas-2019.html>

MUNSHI, Surajit; Sharma, Richi Prasad (2018) Investigation on the pozzolanic properties of rice straw ash prepared at different temperaturas, Disponible en: <https://www.ingentaconnect.com/content/asp/me/2018/00000008/00000002/art00006;jsessionid=4pe9pn1rtihnu.x-ic-live-02>

MUÑOZ, Carlos, 2011. Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. ISBN 978-607-32-0456-9. Disponible en: <http://www.indesgua.org.gt/wp-content/uploads/2016/08/Carlos-Mu%C3%B1oz-Razo-Como-elaborar-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis-2Edicion.pdf>

NEVILLE, Adam M. Tecnología del concreto imcyc. 1ªed. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C, 2013. 622 pp.

ISBN: 9684640927

Disponible en:

[https://www.academia.edu/43599171/Tecnolog%C3%ADa\\_del\\_concreto\\_Adam\\_M\\_Neville\\_IMCYC](https://www.academia.edu/43599171/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_Adam_M_Neville_IMCYC)

*NORMA E.060.2019. Concreto armado. Disponible en:*  
<https://drive.google.com/file/d/19EYUVMqwvm6rDs47GV374avco2yIU5Kz/view>

Norma técnica peruana NTP 334.009:2013. CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. Disponible en:

<https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/concreto-i/http-334009-2013-cemento-portland-requisitos/8698095>

Norma técnica peruana NTP 334.090:2013. “Cementos Portland adicionados. Requisitos”. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/tecnologia-de-los-materiales/3-ntp-334090-cementos-adicionados/15065354>

Norma técnica peruana NTP 339.047:2006. “HORMIGÓN (CONCRETO). Definiciones y terminología relativas al hormigón y agregados”. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-339-047-2006\\_5908a27fdc0d609413959e78\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-339-047-2006_5908a27fdc0d609413959e78_pdf)

Norma técnica peruana NTP 339.035:2009. "Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland". Disponible en:

<https://es.scribd.com/document/371807372/NTP-339-035-2009-pdf>

Norma técnica peruana NTP 339.034:2015. "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas". Disponible en:

<https://doku.pub/documents/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-408g7zr6o7qx>

NOVOA, Martha, BECERRA, Luisa y VÁSQUEZ, María. Rice husk ash and its effect on adhesive mortars. 2016. Disponible en:

<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/233>

PALACIOS, Anita. Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado. 2017. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12532/Huaroc%20Palacios%2c%20Anita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PIMIENTA, Julio y DE LA ORDEN, Arturo, 2017: Metodología de la investigación. 3 edición. México: Pearson Educación de México, S.A de CV. ISBN: 978-1-607-32-3932-5. Disponible en:

<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1268/1/Pimienta-Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%203ra%20ed.pdf>

QUISPE, Yonny. Evaluación de la resistencia a la compresión del concreto con sustitución parcial del cemento por ceniza de cáscara de arroz en la Zona Altiplánica. 2018. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/8398>

RAMÓN, Sergio Andrés Ramón; GUTIÉRREZ, Javier Alfonso Cárdenas; ROJAS-SUÁREZ, Jhan Piero. Poder calorífico de la cascarilla de arroz usada como combustible en hornos de secado. Mundo Fesc, 2018, vol. 8, no 16, p. 63-67. Disponible en: <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/299>

RAMOS, Frank. Influencia de las cenizas del bagazo de caña de azúcar y cáscara de arroz en la resistencia a la compresión del mortero modificado. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55238>

RODRÍGUEZ Sánchez, Anyi Marcela, et al. Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico. 2019. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/15589>

RUIZ, Jhony y VIZCARRA, Humberto. Diseño de concreto utilizando ceniza de cascarilla de arroz y celulosa, para mejorar la resistencia a la compresión. Tarapoto 2020. 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/61819>

SALDAÑA, Juan. Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz. 2019. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8028>

SÁNCHEZ, Hugo, REYES, Carlos y MEJÍA, Katia. Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. 2018. Universidad Ricardo Palma Vicerrectorado de Investigación. ISBN N.º 978-612-47351-4-1. Disponible en: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/1480>

SANJUAN, Miguel, et al. 2014. Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2014. ISBN 978-84-9717-305-6, 181 p. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10045/45347>

VALDIVIA (2008), citado por ÑAUPAS, Humberto, et al. (2018). Metodología de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5 edición. Coordinación editorial: Adriana Gutiérrez M. ISBN. 978-958-762-876-0. Disponible en: <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>

VARA, Arístides, 2012. Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa. 2 edición. Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos. Lima. Disponible en: <https://www.administracion.usmp.edu.pe/investigacion/files/7-PASOS-PARA-UNA-TESIS-EXITOSA-Desde-la-idea-inicial-hasta-la-sustentaci%C3%B3n.pdf>

## **ANEXOS**

### Anexo 1: Operacionalización de variables.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES					
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V. I. Ceniza de Cascarilla de Arroz (CCA)	Producto obtenido de la calcinación industrial o artesanal de la cascarilla de arroz. (Munshi & Shama, 2018)	Mediante el ATD y el ensayo de difracción de rayos X y determinar porcentaje de sílice que posee la CCA, para el diseño de mezclas del concreto f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> .	Porcentaje de adición ceniza de cascarilla de arroz.	5% 10% 15%	Razón
V. D. Resistencia a la Compresión del Concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Resultado de las propiedades mecánicas de los materiales que lo conforman, medidos con pruebas bajo distintos estados de carga. (Askeland y Wright, 2017, p. 217).	Realizar ensayos para determinar las propiedades mecánicas del concreto patrón y el adicionado en porcentajes de CCA en estado fresco y endurecido.	Propiedades Mecánicas	*Resistencia a la Compresión. *Asentamiento.	Kg/ cm <sup>2</sup> plg

*Fuente: Elaboración Propia*

## Anexo 2: Matriz de consistencia.

<b>Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021</b>					
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Método</b>
¿De qué manera la adición de la ceniza de la cascarilla de arroz influye en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Chepén 2021?	<p><b>Objetivo general</b> Evaluar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Identificar la temperatura de calcinación mediante ATD y composición química de la ceniza de cascarilla de arroz a través de ensayo de fluorescencia de rayos x.</p> <p>Establecer el diseño de mezclas para el concreto patrón f'c 210 kg/cm2 y los adicionados con CCA.</p> <p>Determinar la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto patrón(M-1) y los adicionados con ceniza de cascarilla de arroz en porcentajes de 5%, 10% y 15% (M-2, M3 y M-4 respectivamente).</p> <p>Analizar el porcentaje óptimo de adición de cascarilla de arroz en la elaboración de un concreto experimental.</p>	<p><b>Hipótesis</b> La adición de la ceniza de cascarilla de arroz aporta mayor resistencia a la compresión del concreto, Chepén 2021.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> Se logrará identificar la temperatura de calcinación de la cascarilla y la composición química de su ceniza posee son los apropiados para su uso en la producción de concreto.</p> <p>Se establecerá el adecuado diseño de mezclas para el concreto patrón f'c 210 kg/cm2 y los concretos adicionados con CCA.</p> <p>Tanto la trabajabilidad y la resistencia a compresión del concreto patrón y los adicionados con ceniza de cascarilla de arroz, cumplirán con los estándares de las Normas Técnicas Peruanas NTP 339.035.2009 y NTP 339.034.2015 correspondientemente.</p> <p>El porcentaje de ceniza de cascarilla de arroz óptimo es el 5% como sustituto parcial del peso del cemento para la resistencia de un concreto experimental.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Ceniza de cascarilla de arroz (CCA)</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Resistencia a compresión del Concreto f'c 210 kg/cm2.</p>	<p>5% 10% 15%</p> <p>Diseño de mezclas</p> <p>Asentamiento</p> <p>Resistencia la compresión del concreto.</p>	<p>El diseño, del presente proyecto de investigación es experimental de calidad casi experimental.</p> <p>De nivel explicativo y enfoque cuantitativo.</p>

*Fuente: Elaboración Propia.*

**Anexo 3:** Instrumento de recolección de datos y validación.



## I. Información general:

Nombre del proyecto de investigación: "Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021".

## Ubicación:

Distrito:

Chepen

/ Provincia:

Chepen

/ Departamento:

La Libertad

## II. Materiales empleados:

## 2.1 Cemento:

Marca/Tipo:

Pacasmayo (Tipo 1)

Peso específico:

3.12 gr/cm<sup>3</sup>

## 2.2 Agua de amaso y curado:

Tipo:

Potable

Peso específico:

1000 kg/m<sup>3</sup>

## 2.3 Arena gruesa (AF):

Procedencia:

Cantera talambo (Agregados Clasificados La Esperanza)

Peso específico:

2.62 gr/cm<sup>3</sup>

Peso unitario suelto (PUS) :

1610 kg/m<sup>3</sup>

Peso unitario compactado (PUC):

1737 kg/m<sup>3</sup>

Contenido de humedad (%):

1.52

Absorción (%):

1.32

Modulo de fineza:

2.85

## 2.4 Piedra chancada (AG):

Procedencia:

Cantera talambo (Agregados Clasificados La Esperanza)

Tamaño maximo nominal (TMN) :

1"

Peso específico:

2.21 gr/cm<sup>3</sup>

Peso unitario suelto (PUS) :

1400 kg/m<sup>3</sup>

Peso unitario compactado (PUC):

1523 kg/m<sup>3</sup>

Contenido de humedad (%):

0.48

Absorción (%):

0.46

Modulo de fineza:

7.21

## III. Variable independiente: Cementante no habitual

## 3.1 Ceniza de cascarilla de arroz (CCA):

Procedencia de cascarilla:

Molina Alexander

Tratamiento :

Calcinación

Temperatura óptima de Calcinación:

300°C

% perdida por quemado:

11.41Dioxido de Silicio (SiO<sub>2</sub>):40.65Trioxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):10.06Trioxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>):6.13

Clasificación de Ceniza

Clase C

Peso específico:

2.14 gr/cm<sup>3</sup>

  
 CESAR IVAN  
 GUANILO TERAN  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 248869



IV. Variable dependiente: Resistencia a Compresion del concreto f'c 210 kg/cm2

4.1. Dosificación(kg):

Diseño por metodo del comité 211 del ACI concreto patrón f'c 210 kg/cm2 (C:AF:AG:Agua) (1:2.1:2.7:21.4)

	Grupo mezcla	Cemento	Ceniza de cascarilla de arroz (CCA)	Relación a/c+cca	Agua (lts)	A.F (Arena Gruesa)	A.G (Piedra Chancada)
PATRÓN	M-1 (100%C+0%CCA)	378.43	0	0.51	191.23	797.39	1025.31
A D I C I O N A D O	M-2 (95%C+5%CCA)	359.51	18.92	0.51	191.23	797.39	1025.31
	M-3 (90%C+10%CCA)	340.59	37.84	0.51	191.23	797.39	1025.31
	M-4 (85%C+15%CCA)	321.67	56.76	0.51	191.23	797.39	1025.31

4.2. Propiedades físicas: Trabajabilidad y temperatura interna del concreto

	Grupo mezcla	Trabajabilidad( Slump)			Temperatura			
		muestra 1	muestra 2	Promedio	1 hora	2 hora	3 hora	Promedio
PATRÓN	M-1 (100%C+0%CCA)	3	3	3polg	20.56	20.5	20.45	20.5 °C
A D I C I O N A D O	M-2 (95%C+5%CCA)	3.02	3.03	3polg	20.98	20.92	20.81	20.9 °C
	M-3 (90%C+10%CCA)	3.53	3.47	3.5polg	20.94	20.78	20.7	20.8 °C
	M-4 (85%C+15%CCA)	3.18	3.22	3.2polg	21.17	21.1	20.45	20.9 °C

4.3. Propiedad mecánica: Resistencia a compresión promedio

	Grupo mezcla	Resumen Resistencia a compresión de concreto			
		7 días	14 días	28 días	Variación 28 días respecto a M-1
PATRÓN	M-1 (100%C+0%CCA)	158.90 kg/cm <sup>2</sup>	193.80 kg/cm <sup>2</sup>	222.90 kg/cm <sup>2</sup>	---
A D I C I O N A D O	M-2 (95%C+5%CCA)	127.60 kg/cm <sup>2</sup>	192.62 kg/cm <sup>2</sup>	220.86 kg/cm <sup>2</sup>	-0.92%
	M-3 (90%C+10%CCA)	109.70 kg/cm <sup>2</sup>	190.38 kg/cm <sup>2</sup>	217.10 kg/cm <sup>2</sup>	-2.60%
	M-4 (85%C+15%CCA)	108.56 kg/cm <sup>2</sup>	188.56 kg/cm <sup>2</sup>	212.44 kg/cm <sup>2</sup>	-4.69%

Sugerencias:

---



---

Puntuación					
Criterio	Puntaje	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Deficiente	00-05				
Aceptable	06-10				
Bueno	11-15				
Excelente	16-20				
Total		17	17	18	18
Promedio Puntuación		17.5			

Firma y sello:

  
 CESAR IVAN  
 GUANILO TERAN  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 248869



I. Información general:

Nombre del proyecto de investigación: "Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021".

Ubicación:

Distrito: Chepén / Provincia: Chepén / Departamento: La Libertad

II. Materiales empleados: Em la Ficha N° 1

2.1 Cemento:

Marca/Tipo: \_\_\_\_\_
Peso específico: \_\_\_\_\_

2.2 Agua de amaso y curado:

Tipo: \_\_\_\_\_
Peso específico: \_\_\_\_\_

2.3 Arena gruesa (AF):

Procedencia: \_\_\_\_\_
Peso específico: \_\_\_\_\_
Peso unitario suelto (PUS) : \_\_\_\_\_
Peso unitario compactado (PUC): \_\_\_\_\_
Contenido de humedad (%): \_\_\_\_\_
Absorción (%): \_\_\_\_\_
Modulo de fineza: \_\_\_\_\_

2.4 Piedra chancada (AG):

Procedencia: \_\_\_\_\_
Tamaño maxino nominal (TMN) : \_\_\_\_\_
Peso específico: \_\_\_\_\_
Peso unitario suelto (PUS) : \_\_\_\_\_
Peso unitario compactado (PUC): \_\_\_\_\_
Contenido de humedad (%): \_\_\_\_\_
Absorción (%): \_\_\_\_\_
Modulo de fineza: \_\_\_\_\_

III. Variable independiente: Cementante no habitual

3.1 Ceniza de cascarilla de arroz (CCA): Em la Ficha N° 1

Procedencia de cascarilla: \_\_\_\_\_
Tratamiento : \_\_\_\_\_
Temperatura óptima de Calcinación: \_\_\_\_\_
% pérdida por quemado: \_\_\_\_\_
Dioxido de Silicio (SiO2): \_\_\_\_\_
Trioxido de aluminio (Al2O3) \_\_\_\_\_
Trioxido de fierro (Fe2O3) \_\_\_\_\_
Clasificación de Ceniza \_\_\_\_\_
Peso específico: \_\_\_\_\_

Rosmel Isael Guerrero Becerra
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. 211837



IV. Variable dependiente: Resistencia a Compresion del concreto f'c 210 kg/cm2

*Em la Ficha N°1*

4.1. Dosificación(kg):

Diseño por metodo del comité 211 del ACI concreto patrón f'c 210 kg/cm2 (C:AF:AG:Agua) (1:2.1:2.7:21.4)

	Grupo mezcla	Cemento	Ceniza de cascarilla de arroz (CCA)	Relación a/c+cca	Agua (Its)	A.F (Arena Gruesa)	A.G (Piedra Chancada)
PATRON	M-1 (100%C+0%CCA)						
A D I C I O N A D O	M-2 (95%C+5%CCA)						
	M-3 (90%C+10%CCA)						
	M-4 (85%C+15%CCA)						

4.2. Propiedades fisicas: Trabajabilidad y temperatura interna del concreto

	Grupo mezcla	Trabajabilidad( Slump)			Temperatura			
		muestra 1	muestra 2	Promedio	1 hora	2 hora	3 hora	Promedio
PATRON	M-1 (100%C+0%CCA)							
A D I C I O N A D O	M-2 (95%C+5%CCA)							
	M-3 (90%C+10%CCA)							
	M-4 (85%C+15%CCA)							

4.3. Propiedad mecánica: Resistencia a compresión promedio

	Grupo mezcla	Resumen Resistencia a compresión de concreto			
		7 días	14 días	28 días	Variación 28 días respecto a M-1
PATRON	M-1 (100%C+0%CCA)				
A D I C I O N A D O	M-2 (95%C+5%CCA)				
	M-3 (90%C+10%CCA)				
	M-4 (85%C+15%CCA)				

Sugerencias:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Criterio	Puntaje	Puntuación			
		Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Deficiente	00-05				
Aceptable	06-10				
Bueno	11-15		✓		
Excelente	16-20			✓	✓
<b>Total</b>		17	15	18	18
<b>Promedio Puntuación</b>			17		

Firma y sello:

  
 Rosmel Isael Guerrero Becerra  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 211897



I. Información general:

Nombre del proyecto de investigación: "Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021".

Ubicación:

Distrito: chepeñ / Provincia: chepeñ / Departamento: La Libertad

II. Materiales empleados:

2.1 Cemento:

Marca/Tipo: \_\_\_\_\_  
Peso específico: \_\_\_\_\_

2.2 Agua de amaso y curado:

Tipo: \_\_\_\_\_  
Peso específico: \_\_\_\_\_

2.3 Arena gruesa (AF):

Procedencia: \_\_\_\_\_  
Peso específico: \_\_\_\_\_  
Peso unitario suelto (PUS) : \_\_\_\_\_  
Peso unitario compactado (PUC): \_\_\_\_\_  
Contenido de humedad (%): \_\_\_\_\_  
Absorción (%): \_\_\_\_\_  
Modulo de fineza: \_\_\_\_\_

2.4 Piedra chancada (AG):

Procedencia: \_\_\_\_\_  
Tamaño maximo nominal (TMN) : \_\_\_\_\_  
Peso específico: \_\_\_\_\_  
Peso unitario suelto (PUS) : \_\_\_\_\_  
Peso unitario compactado (PUC): \_\_\_\_\_  
Contenido de humedad (%): \_\_\_\_\_  
Absorción (%): \_\_\_\_\_  
Modulo de fineza: \_\_\_\_\_

III. Variable independiente: Cementante no habitual

3.1 Ceniza de cascarilla de arroz (CCA): En la ficha N° 1

Procedencia de cascarilla: \_\_\_\_\_  
Tratamiento : \_\_\_\_\_  
Temperatura óptima de Calcinación: \_\_\_\_\_  
% perdida por quemado: \_\_\_\_\_  
Dioxido de Silicio (SiO2): \_\_\_\_\_  
Trioxido de aluminio (Al2O3) \_\_\_\_\_  
Trioxido de hierro (Fe2O3) \_\_\_\_\_  
Clasificación de Ceniza \_\_\_\_\_  
Peso específico: \_\_\_\_\_

JORGE IVÁN LELLIER GUEBARA MENDOZA  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 227769



IV. Variable dependiente: Resistencia a Compresion del concreto f'c 210 kg/cm2

En la ficha N°1

4.1. Dosificación(kg):

Diseño por metodo del comité 211 del ACI concreto patrón f'c 210 kg/cm2 (C:AF:AG:Agua) (1:2.1:2.7:21.4)

	Grupo mezcla	Cemento	Ceniza de cascarilla de arroz (CCA)	Relación a/c+cca	Agua (lts)	A.F (Arena Gruesa)	A.G (Piedra Chancada)
PATRON	M-1 (100%C+0%CCA)						
A	M-2						
D	(95%C+5%CCA)						
I	M-3						
C	(90%C+10%CCA)						
O	M-4						
N	(85%C+15%CCA)						
A							
D							
O							

4.2. Propiedades físicas: Trabajabilidad y temperatura interna del concreto

	Grupo mezcla	Trabajabilidad( Slump)			Temperatura			
		muestra 1	muestra 2	Promedio	1 hora	2 hora	3 hora	Promedio
PATRON	M-1 (100%C+0%CCA)							
A	M-2							
D	(95%C+5%CCA)							
I	M-3							
C	(90%C+10%CCA)							
O	M-4							
N	(85%C+15%CCA)							
A								
D								

4.3. Propiedad mecánica: Resistencia a compresión promedio

	Grupo mezcla	Resumen Resistencia a compresión de concreto			
		7 días	14 días	28 días	Variación 28 días respecto a M-1
PATRON	M-1 (100%C+0%CCA)				
A	M-2				
D	(95%C+5%CCA)				
I	M-3				
C	(90%C+10%CCA)				
O	M-4				
N	(85%C+15%CCA)				
A					
D					

Sugerencias:

---



---

Puntuación					
Criterio	Puntaje	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Deficiente	00-05				
Aceptable	06-10				
Bueno	11-15		✓		
Excelente	16-20	✓		✓	✓
Total		16	15	14	16
Promedio Puntuación		16			

Firma y sello:

  
 JORGE NORBERTO HERRERA MENDOZA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 227768

## Validación del Instrumento

### I. Datos generales

- 1.1. Apellidos y Nombres: Guaniño Teran Cesar Ivan
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Asistente de Supervisor - Consorcio del Norte
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Releccion de Datos
- 1.4. Autor del instrumento: Bautista Meadoza Anibal Alexander

### II. Aspecto de validación

CRITERIOS	INDICADORES	NO VALIDO			MAS O MENOS VALIDO			CASI VALIDO		VALIDO			
		30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100	
1. Redacción	Está formulada de manera comprensible a la lectura.											X	
2. Congruencia	Es congruente al momento de realizar los resultados con relacion a sus objetivos.											X	
3. Factibilidad de Aplicación	Es factible el aplicarlo en la realidad descrita.										X		
4. Relevancia del contenido	La información expuesta dentro de la investigación tiene valor significativo o sobresaliente.										X		
5. Metodología	La investigación responde a una metodología, diseño aplicado para lograr refutar la hipótesis.											X	
6. Consistencia	Se fundamenta o basa en antecedentes o aspectos técnicos u normas.											X	

### III. Opinión de aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

91

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

[ ]

### IV. Promedio de valoración

86.67%

Correo electrónico: ivanguaniño23@gmail.com

Teléfono o celular: 9442 058 73

Fecha: 17 de 05 de 2021

  
 CESAR IVAN  
 GUANIÑO TERAN  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 248869

## Validación del Instrumento

### I. Datos generales

- 1.1. Apellidos y Nombres: Guerrero Becerra, Rosmel Israel
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Jefe de Unidad Formuladora de Estudios y Proyectos M.D. Polanco
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Recolección de Datos
- 1.4. Autor del instrumento: Bautista Mendoza, Amibol Alexander

### II. Aspecto de validación

CRITERIOS	INDICADORES	NO VALIDO			MAS O MENOS VALIDO			CASI VALIDO		VALIDO		
		30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
1. Redacción	Está formulada de manera comprensible a la lectura.									X		
2. Congruencia	Es congruente al momento de realizar los resultados con relación a sus objetivos.									X		
3. Factibilidad de Aplicación	Es factible el aplicarlo en la realidad descrita.										X	
4. Relevancia del contenido	La información expuesta dentro de la investigación tiene valor significativo o sobresaliente.									X		
5. Metodología	La investigación responde a una metodología, diseño aplicado para lograr refutar la hipótesis.									X		
6. Consistencia	Se fundamenta o basa en antecedentes o aspectos técnicos u normas.										X	

### III. Opinión de aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

SI

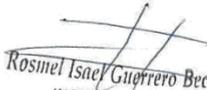
El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. Promedio de valoración

Correo electrónico: israelque4\_19@hotmail.com

Teléfono o celular: 947746826

Fecha: 17 de 05 de 2021

  
**Rosmel Israel Guerrero Becerra**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 211837

## Validación del Instrumento

### I. Datos generales

- 1.1. Apellidos y Nombres: Serrano Mendoza, Jorge Juan
- 1.2. Cargo e institución donde labora: consultorias
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de datos
- 1.4. Autor del instrumento: Bautista Mendoza, Anibal Alexander

### II. Aspecto de validación

CRITERIOS	INDICADORES	NO VALIDO			MAS O MENOS VALIDO			CASI VALIDO		VALIDO		
		30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	100
1. Redacción	Está formulada de manera comprensible a la lectura.									X		
2. Congruencia	Es congruente al momento de realizar los resultados con relacion a sus objetivos.										X	
3. Factibilidad de Aplicación	Es factible el aplicarlo en la realidad descrita.									X		
4. Relevancia del contenido	La información expuesta dentro de la investigación tiene valor significativo o sobresaliente.									X		
5. Metodología	La investigación responde a una metodología, diseño aplicado para lograr refutar la hipótesis.										X	
6. Consistencia	Se fundamenta o basa en antecedentes o aspectos técnicos u normas.										X	

### III. Opinión de aplicabilidad

El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación

Si

El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. Promedio de valoración

Correo electrónico: ivanism410@gmail.com

Teléfono o celular: 945666742

Fecha: 17 de 05 de 2021

  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP. 227789**

**Anexo 4:** Resultados de ensayo de ATD y fluorescencia de rayos X.

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



## LASACI

### REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA POR EL ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

<b>SOLICITANTE</b>	ANIBAL ALEXANDER BAUTISTA MENDOZA
<b>TESIS</b>	"Evaluación de la Resistencia a la Compresión del Concreto Adicionado con Cenizas de Cascara de Arroz, Chepen 2021"
<b>MUESTRA</b>	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
<b>FECHA</b>	27 de Mayo del 2021
<b>INSTITUCION</b>	Universidad Cesar Vallejo-Trujillo
<b>MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO</b>	

#### 1. MUESTRA: CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ (10. GR)

Nº DE MUESTRAS	CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA	PROCEDENCIA
1	350 MG	

#### 2. ENSAYOS A APLICAR

- ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL ATD
- ANALISIS TERMOGRAVIMETRICO TGA

#### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- ANALIZADOR TERMICO SIMULTANEO TG\_DTA\_DSC CAP. MAX 1600°C SETSYS\_EVOLUTION, CUMPLE CON NORMAS ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- TASA DE CALENTAMIENTO: 20 °C/MIN
- GAS DE TRABAJO – FLUJO: NITROGENO, 10 ML/MIN
- RANGO DE TRABAJO 25 – 920°C
- MASA DE MUESTRA ANALIZADA: 35 MG

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA



AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

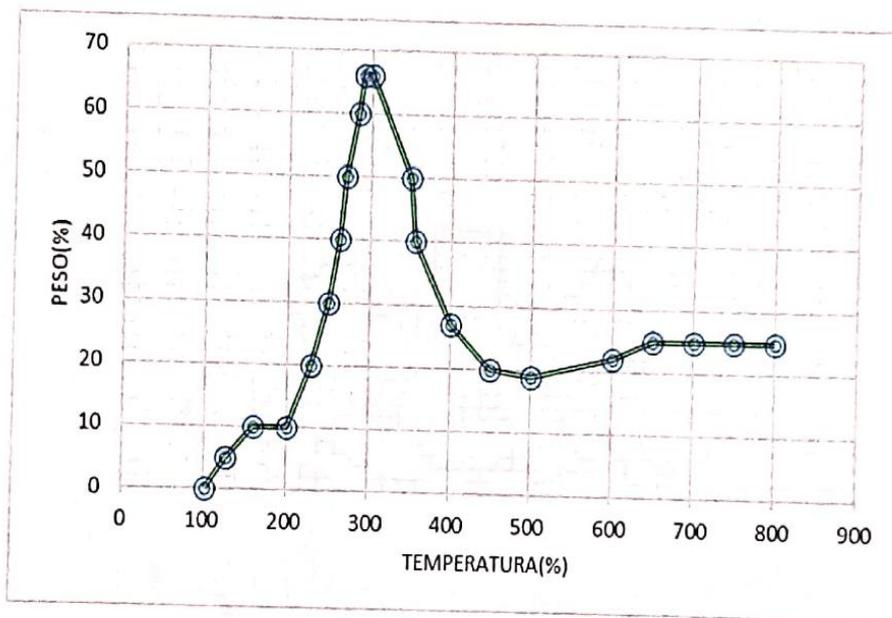
☎ 949959632 / 942844957



LASAGI

4. RESULTADOS

c. CURVA TGA Y ATD



5. CONCLUSION

- Para la presente investigación de la ceniza de cáscara de arroz, El porcentaje de cenizas de acuerdo al análisis de emisión de quemado es de 0.25%.
- El análisis termo gravimétrico de ceniza de cáscara de arroz indica un pico de temperatura máxima de 299.5°C por un periodo de tiempo de 2hr. entre 255 y 382°C.

Ing. Carlos Valqui Mendoza  
DIRECTOR LASAGI

Trujillo, 02 DE JUNIO DE 2021



REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE  
MUESTRA POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X

SOLICITANTE	ANIBAL ALEXANDER BAUTISTA MENDOZA
TESIS	" Evaluación de la Resistencia a la Compresión del Concreto Adicionado con Cenizas de Cascarilla de Arroz, Chepen 2021"
MUESTRA	CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ
FECHA	27 de Mayo del 2021
INSTITUCION	Universidad Cesar Vallejo-Trujillo

MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO

1. CONSIDERACIONES EXPERIMENTALES

CONDICIONES DE LA MEDICION:

El análisis se realizó en un espectrómetro de fluorescencia total de rayos x marca

BRUKER, MODELO S2-PICOFOX.

Fuente de rayos x: tubo de Mo.

Tiempo de medida: 2000 segundos.

ESTANDAR INTERNACIONAL PARA

CUANTIFICACION: Elemento: Galio (Ga)

Concentración:  $\mu\text{g/l}$ .

2. CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Se analizó 250 mg de la muestra de cenizas de cáscara de arroz, la cual fue tamizada previamente a malla 200.

3. METODO

- BASADO EN LA NORMA : ASTM C25
- VOLUMETRIA : USAQ-ME06

JEFE DE LABORATORIO  
ANALISTA RESPONSABLE

ING. CARLOS VALQUI MENDOZA  
ING. CARLOS VALQUI MENDOZA





**LASACI**

**4. RESULTADOS**

COMPOSICION QUIMICA	RESULTADOS (%)	METODO UTILIZADO
DIOXIDO DE SILICIO (Si O <sub>2</sub> )	40.65	Espectrometría de fluorescencia de rayos x
OXIDO DE CALCIO (Ca O)	24.33	
TRIOXIDO DE ALUMINIO (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	10.06	
TRIOXIDO DE HIERRO (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	6.13	
OXIDO DE POTASIO (K <sub>2</sub> O)	3.07	
OXIDO DE MAGNESIO (Mg O)	2.21	
PENTOXIDO DE FOSFORO (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.55	
OXIDO DE COBRE (Cu O)	0.42	
TRIOXIDO DE AZUFRE (SO <sub>3</sub> )	0.089	
OXIDO DE ZINC (Zn O)	0.064	
OXIDO DE MANGANESO (Mn O)	0.011	
PÉRDIDA POR QUEMADO	11.41	

**5. CONCLUSION**

- Al realizar la comparación del espectro de la muestra analizada con las energías características de los elementos de la tabla periódica a partir del sodio, se encontraron principalmente sílice (Si), Calcio (Ca) y Aluminio (Al) con un alto porcentaje. Y en menores porcentajes se encontró; fósforo (P), hierro (Fe), potasio (K), magnesio (Mg), manganeso (Mn), cobre (Cu), azufre (S) y zinc (Zn).



Trujillo, 02 DE JUNIO DEL 2021

**Anexo 5:** Resultados de ensayos físico, químico y mecánico de agregados.

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : Bautista Mendoza, Anibal Alexander  
**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.  
**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto  
**FECHA DE RECEPCION** : 20/05/2021  
**FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021  
**FECHA DE EMISION** : 26/05/2021  
**ING. ESPECIALISTA** : Secundino Burga Fernandez  
**TECNICO LABORATORIO** : Cesar Adán Díaz Saavedra

#### NOTA :

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

  
E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Cesar A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

  
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 204

FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

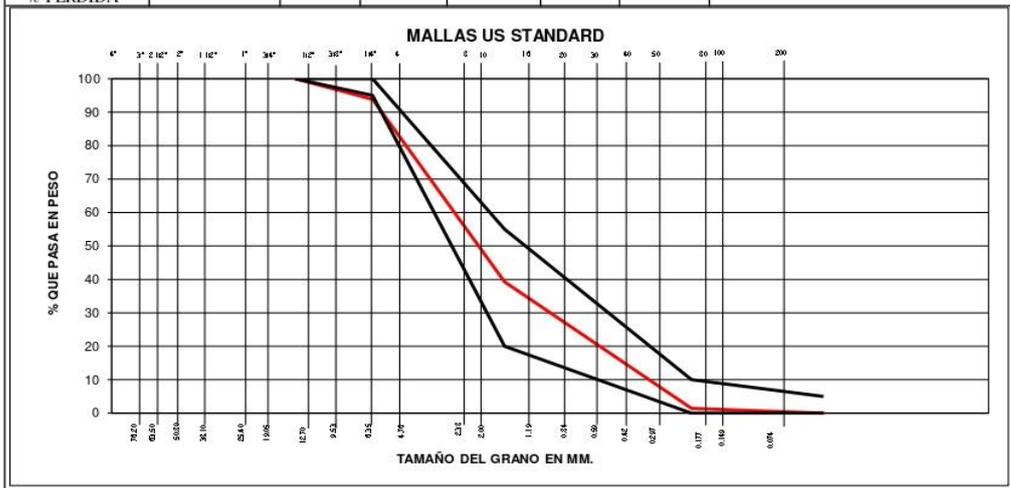
TEC. LAB. : C.A.D.S.

CANTERA : Talambo

MATERIAL : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200					AG-3	
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	1845.0	6.2	6.2	93.8	95 - 100	TAMANO MAX. 1 1/2"
3/4"	19.050	11623.0	38.7	44.9	55.1		PESO TOTAL: 29997.0 gr
1/2"	12.700	4745.0	15.8	60.7	39.3	20 - 55	
3/8"	9.525	5123.0	17.1	77.8	22.2		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.760	6235.0	20.8	98.6	1.4	0 - 10	PESO HUMEDO : 900.0 gr
Nº 8	2.380	426.0	1.4	100.0	0.0	0 - 5	PESO SECO : 895.7 gr
Nº 10	2.000						Cont. Humedad : 0.48
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590						
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297						
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149						
Nº 200	0.074						
PAN							
TOTAL		29997					
% PERDIDA							



Observaciones:

**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Binda Fernández  
 REG. C.A.P. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 206

FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

CANTERA : Talambo

MATERIAL : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	972.62	892.65		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	611.45	561.10		
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	361.17	331.55		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	968.16	888.62		
E	Vol. de masa = C- ( A - D ) (gr)	356.7	327.5		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.681	2.680		2.680
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.693	2.692		2.693
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.714	2.713		<b>2.714</b>
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.461	0.454		<b>0.46%</b>

Observaciones:

E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Buzza Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. OF. 189278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : PESOS UNITARIOS - SECO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.128

**FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Grueso

Peso unitario suelto						
		Identificación			Promedio	
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	18445	18412	18462		
Peso del recipiente	(gr)	10489	10489	10489		
Peso de la muestra	(gr)	7956	7923	7973		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5681	5681	5681		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.400	1.395	1.403		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.400	1.395	1.403		1.400

Peso unitario compactado						
		Identificación			Promedio	
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19123	19145	19160		
Peso del recipiente	(gr)	10489	10489	10489		
Peso de la muestra	(gr)	8634	8656	8671		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5681	5681	5681		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.520	1.524	1.526		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.520	1.524	1.526		1.523

Observaciones:

E.M.P. 34820  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Baza Fernández  
 INE 21811  
 REG. C.M. 16927R



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ENSAYO DE ABRASION ( MAQUINA DE LOS ANGELES )

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.019 **FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Grueso

#### DATOS DEL ENSAYO

Tamiz		A	B	C	D
Pasa	Retiene				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250			
1"	3/4"	1250			
3/4"	1/2"	1250			
1/2"	3/8"	1250			
3/8"	1/4"				
1/4"	N°4				
N°4	N°8				
Peso total		5000			
Peso retenido tamiz N°12		4102			
Perdida después del ensayo		898			
N° de esferas		12			
Peso de las esferas		4944			
Tiempo de rotación (m)		15			
Porcentaje de desgaste (%)		18.0			

Observaciones:

  
 S.E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Fernando Fernández  
 REG. Nº 132278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : (NTP 339.152)

**FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra	Identificación				Promedio
	1	2			
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	91.84	118.62			
Peso Tarro + agua + sal	134.40	168.62			
Peso Tarro Seco + sal	91.86	118.63			
Peso de Sal	0.02	0.01			
Peso de Agua	42.56	50.00			
Porcentaje de Sal	0.04	0.02			0.03

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Baza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 14927R



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : (NTP 339.177, NTP 339.178) **FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Grueso

#### DATOS DEL ENSAYO

Descripción	Partes por millon (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	92	0.0092	LEVE
Contenido de sulfatos (SO4-2)	61	0.0061	LEVE

Observaciones:

 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barea Fernández*  
**Secundino Barea Fernández**  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO \*

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 204

FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

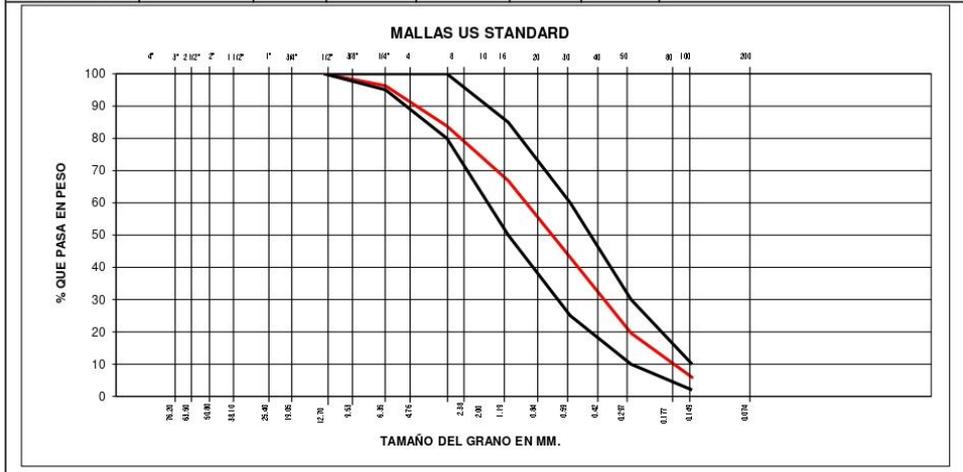
CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

CANTERA : Talambo

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						TAMANO MAX. 1/4"
3/4"	19.050						PESO TOTAL: 500.0 gr
1/2"	12.700					100	
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.350					100	
Nº 4	4.760	18.8	3.8	3.8	96.2	95 - 100	MODULO DE FINEZA : 2.85
Nº 8	2.380	62.3	12.5	16.2	83.8	80 - 100	
Nº 10	2.000						PESO HUMEDO : 1200.0 gr
Nº 16	1.190	84.6	16.9	33.1	66.9	50 - 85	PESO SECO : 1182.0 gr
Nº 20	0.840						Cont. Humedad : 1.52
Nº 30	0.590	118.9	23.8	56.9	43.1	25 - 60	
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	117.4	23.5	80.4	19.6	10 - 30	
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149	68.4	13.7	94.1	5.9	2 - 10	
Nº 200	0.074	16.8	3.4	97.4	2.6		
PAN		12.8	2.6	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino B. Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

### INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

REFERENCIA NORMATIVA : MTC E 205

FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

CANTERA : Talambo

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO					
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300.00	300.00		
B	Peso Frasco + agua	689.10	679.90		
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	989.10	979.90		
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	874.20	864.80		
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	114.90	115.10		
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.10	296.09		
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	111.00	111.19		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.577	2.572		2.575
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.611	2.606		2.609
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.668	2.663		<b>2.665</b>
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.317	1.321		<b>1.32%</b>

Observaciones:

E.M.P.  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Baza Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 18927/R



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : PESOS UNITARIOS - SECO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 339.128

FECHA DE ENSAYO : 20/05/2021

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

CODIGO INTERNO : S/C

TEC. LAB. : C.A.D.S.

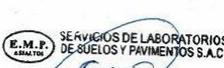
CANTERA : Talambo

MATERIAL : Agregado Fino

Peso unitario suelto						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19623	19618	19653		
Peso del recipiente	(gr)	10487	10487	10487		
Peso de la muestra	(gr)	9136	9131	9166		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5681	5681	5681		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.608	1.607	1.613		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.608	1.607	1.613		1.610

Peso unitario compactado						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20342	20354	20373		
Peso del recipiente	(gr)	10487	10487	10487		
Peso de la muestra	(gr)	9855	9867	9886		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5681	5681	5681		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.737	1.740		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.737	1.740		1.737

Observaciones:

  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Barco Fernández  
 T.E.C. S.V.  
 REG. C.R. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : EQUIVALENTE DE ARENA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.146

**FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Fino

### DATOS DEL ENSAYO

Muestra	01	02	03		
Hora de entrada	10:26	10:28	10:30		
Hora de salida	10:36	10:38	10:40		
Hora de entrada	10:38	10:40	10:42		
Hora de salida	10:58	11:00	11:02		
Altura de nivel Material fino (A)	5.0	4.8	5.2		
Altura de nivel Arena (B)	3.5	3.3	3.6		
Equivalente de arena (B x 100/A)	70.0%	69.2%	69.4%		
Promedio		69.5%			

Observaciones:

**E.M.P. ASFALTOS**  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Burgos Fernández  
 TÉCNICO  
 REG. CIP. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Fino

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra					
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	57.81	64.92			
Peso Tarro + agua + sal	102.04	114.92			
Peso Tarro Seco + sal	57.83	64.95			
Peso de Sal	0.02	0.03			
Peso de Agua	44.23	50.00			
Porcentaje de Sal	0.05	0.06			0.05

Observaciones:

 **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
  
**César A. Díaz Saavedra**  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**  
 Secundino Baza Fernández  
 INC. CIVIL  
 REG. CIP 189278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.177, NTP 339.178 **FECHA DE ENSAYO** : 20/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : S/C **TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**CANTERA** : Talambo

**MATERIAL** : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	106	0.0106	LEVE
Contenido de sulfatos (SO4-2)	68	0.0068	LEVE

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*César A. Díaz Saavedra*  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278



**Anexo 6:** Ficha técnica de cemento Pacasmayo tipo I.

# CEMENTO TIPO I “ESTRUCTURAL”



## DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland Tipo I.** Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.

## USOS

- Cemento de uso general.

## ATRIBUTOS

**Diseño supera los requisitos de las normas nacionales**

**Altas resistencias a todas las edades**

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

## RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

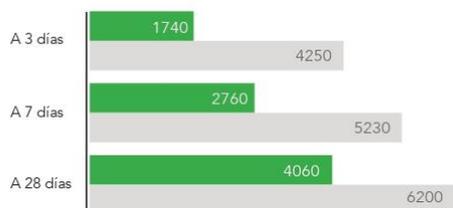


Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

## RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



**Resistencia a la compresión (PSI)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C150



G-CC-F-04  
Versión 04

# 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>3</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 (%)	0.80 máx.	0.12
Densidad (g/mL)	<b>A</b>	3.12
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	<b>A</b>	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 7:** Diseño de mezclas para concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y adicionados con CCA (5%,10% y 15%).

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

**METODO DE ENSAYO** : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

**REFERENCIA NORMATIVA** : ACI COMITÉ 211

**FECHA DE ENSAYO** : 26/05/2021

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**f<sub>c</sub>** : f<sub>c</sub>=210 Kg/cm<sup>2</sup>

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

**TIPO DE CEMENTO** : Cemento Portland Tipo I - Verde

METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211		
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS	ASENTAMIENTO (SLUMP) :	3" - 4"
	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO :	3.12

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS	
		FINO	GRUESO
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)	2.665	2.714
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO Kg/m <sup>3</sup> .	1610.00	1400.00
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO Kg/m <sup>3</sup> .		1523.00
4	PORCENTAJE DE ABSORCION %	1.32	0.46
5	CONTENIDO DE HUMEDAD %	1.52	0.48
6	MODULO DE FINEZA	2.85	
7	TAMANO MAXIMO NOMINAL Pulg.	N°04	1
8			

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP) Pulg.	A	
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA Lt/m <sup>3</sup> .	B	193.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO %	C	1.50
D	RELACION AGUA - CEMENTO	D	0.51
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M3 m <sup>3</sup> .	E	0.67
H	PESO DEL CEMENTO Kg/m <sup>3</sup>	H	B/D 378.9
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO Kg/m <sup>3</sup>	I	2G'E 1012.8
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO m <sup>3</sup> .	J	H/(PC*1000) 0.121
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA m <sup>3</sup> .	K	B/1000 0.193
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE m <sup>3</sup> .	L	C/100 0.015
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO m <sup>3</sup> .	M	I/(G*1000) 0.373
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO m <sup>3</sup> .	N	1-(J+K+L+M) 0.297
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO Kg.	O	N*(1F*1000) 792.5
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO Kg.	P	O*(1+(4F/100)) 804.6
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO Kg.	Q	I*(1+(4G/100)) 1017.7
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO %	R	4F-3F 0.20
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO %	S	4G-3G 0.02
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO Lt.	T	O*(R/100) 1.59
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO Lt.	U	I*(S/100) 0.20
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS Lt.	V	T+U 1.79
W	AGUA EFECTIVA Lt.	W	B-V 191.21

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)							
CEMENTO :	379 Kg	AGUA :	193 Lt.	AGREG. FINO :	793 Kg	AGREG. GRUESO :	1013 Kg.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS							
CEMENTO :	379 Kg	AGUA :	191 Lt.	AGREG. FINO :	805 Kg	AGREG. GRUESO :	1018 Kg.

PROPORCIONES DE MEZCLA DE CONCRETO						
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCION EN PESO			PROPORCION EN VOLUMEN		
	SECO	CORREGIDA POR HUMED.		SECO	CORREGIDA POR HUMED.	
CEMENTO	1	1		1	1	
AGREGADO FINO	2.1	2.1		1.9	2.0	
AGREGADO GRUESO	2.7	2.7		2.9	2.9	
AGUA (En litros/bol.)	21.6	21.4		21.6	21.4	
El Nuevo Rendimiento Teórico es: 8.9						
Agregado grueso: T. Max. Nominal (") 1						
Agregado Fino: T. Max. Nominal N°04						

Observaciones:

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Cesar A. Diaz Saavedra**  
 TECNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
**Secundino Barja Fernández**  
 INEG-CIVIL  
 REG. C.I.R. 189278



Realizado por: Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

Tesis : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**Diseño de mezcla metodo ACI 211.1. concreto patrón f'c: 210 kg/cm2 M - 1 ( 100% C + 0% CCA)**

Descripción	P.E.	Peso	% Volumen
Cemento Portland tipo I Pacasmayo	3.12	42.5	100%

Descripción	Unidad	A.Fino	A.Grueso
Tamaño Maxino Nominal (TMN)	Pulg.	N°4	1"
Peso específico	gr/cc	2.67	2.71
Peso unitario suelto	kg/m3	1610.0	1400.0
Peso untario compactado	kg/m3	1737.0	1523.0
Contenido de humedad	%	1.52	0.48
Absorción	%	1.32	0.46
Modulo de fineza		2.85	7.21

**Valores de diseño**

f'c promedio fcr(kg/m2)	TMN (pulg.)	Slump (pulg.)	Agua (L/m3)	Aire (%)	Agua/cemento A/C	Factor cem. FC( kg/m3)	Aire Inc. %	Factor AG. b/bo
294	1"	3" - 4"	193.00	1.50	0.51	378.43	NO	0.67

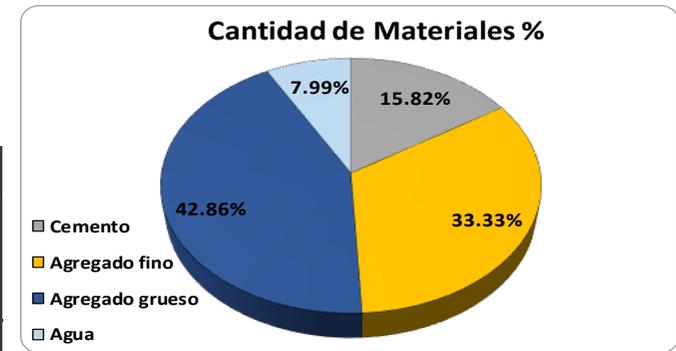
**Dosificación por volumen absoluto**

Descripción	Volumen Absoluto	Pesos Secos kg/m3	Humedad %	Peso Corr. Kg/m3	Proporción en Peso
Cemento	0.121	378.43		378.43	1.0
Agregado fino	0.295	785.45	0.20	797.39	2.1
Agregado grueso	0.376	1020.41	0.02	1025.31	2.7
Agua	0.193	193.00		191.23	21.48
Aire	0.015				

Relación	A/ C	0.51
----------	------	------

**Cantidad de material corregido: 0.08 m3**

Descripción	En p3/m3	Proporción en Vol.	Volumen (m3)	Material en kg	Porcentaje
Cemento	1.00	1.0	0.080	30.09	15.82%
Agregado fino	0.93	2.0		63.41	33.33%
Agregado grueso	1.07	2.90		81.53	42.86%
Agua	21.48	21.48		15.21	7.99%
<b>TOTAL</b>				190.24 kg	100%



<b>Realizado por:</b>	Bautista Mendoza, Aníbal Alexander	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>Tesis :</b>	Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.	

**Diseño de mezcla metodo ACI 211.1. concreto adicionado con cca por equivalente f'c: 210 kg/cm2  
M - 2 ( 95% C + 5% CCA)**

Descripción	P.E.	Peso	% Volumen
Cemento Portland tipo I Pacasmayo	3.12	42.5	95%
Ceniza de cascarilla de arroz	2.14		5%

Descripción	Unidad	A.Fino	A.Grueso
Tamaño Maximo Nominal (TMN)	Pulg.	Nº4	1"
Peso específico	gr/cc	2.67	2.71
Peso unitario suelto	kg/m3	1610.0	1400.0
Peso untario compactado	kg/m3	1737.0	1523.0
Contenido de humedad	%	1.52	0.48
Absorción	%	1.32	0.46
Modulo de fineza		2.85	7.21

**Valores de diseño**

f'c promedio	fcr(kg/m2)	TMN (pulg.)	Slump (pulg.)	Agua (L/m3)	Aire (%)	Agua/cemento A/C	Factor cem. FC(kg/m3)	Por equivalencia A/(C+CCA)	Aire Inc. %	Factor AG. b/bo
294		1"	3" - 4"	205.00	2.00	0.51	378.43	0.51	NO	0.67

**Calculo del material cementante**

Calculo de (C+P)	378.43
------------------	--------

**Contenido de cemento y ceniza**

Contenido de Ceniza (CCA)	18.92 kg/m3
Contenido de Cemento	359.51 kg/m3

**Dosificación por volumen absoluto**

Descripción	Volumen Absoluto	Pesos Secos kg/m3	Humedad %	Peso Corr. Kg/m3	Proporción en Peso
Cemento	0.115	359.51		359.51	0.95
Ceniza ( CCA)	0.009	18.92		18.92	0.05
Agregado fino	0.295	785.45	0.20	797.39	2.1
Agregado grueso	0.376	1020.41	0.02	1025.31	2.7
Agua	0.193	193.00		191.23	21.48 lts
Aire	0.015				

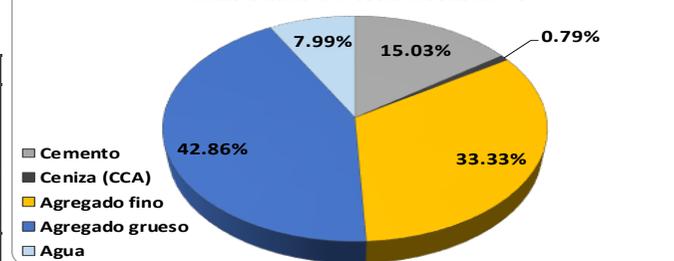
A/(C+CCA) Efectiva	0.51
--------------------	------

**Cantidad de material corregido:**

0.08 m3

Descripción	Volumen(m3)	Material en kg	Porcentaje
Cemento	<b>0.080</b>	28.59	15.03%
Ceniza (CCA)		1.50	0.79%
Agregado fino		63.41	33.33%
Agregado grueso		81.53	42.86%
Agua		15.21	7.99%
<b>TOTAL</b>		190.24 kg	100.00%

**Cantidad de Materiales %**



<b>Realizado por:</b>	Bautista Mendoza, Aníbal Alexander	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>Tesis :</b>	Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.	

**Diseño de mezcla metodo ACI 211.1. concreto adicionado con cca por equivalente f'c: 210 kg/cm2  
M - 3 ( 90% C + 10% CCA)**

Descripción	P.E.	Peso	% Volumen
Cemento Portland tipo I Pacasmayo	3.12	42.5	90%
Ceniza de cascarilla de arroz	2.14		10%

Descripción	Unidad	A.Fino	A.Grueso
Tamaño Maximo Nominal (TMN)	Pulg.	N°4	1"
Peso específico	gr/cc	2.67	2.71
Peso unitario suelto	kg/m3	1610.0	1400.0
Peso untario compactado	kg/m3	1737.0	1523.0
Contenido de humedad	%	1.52	0.48
Absorción	%	1.32	0.46
Modulo de fineza		2.85	7.21

**Valores de diseño**

f'c promedio fcr(kg/m2)	TMN (pulg.)	Slump (pulg.)	Agua (L/m3)	Aire (%)	Agua/cemento A/C	Factor cem. FC(kg/m3)	Por equivalencia A/(C+CCA)	Aire Inc. %	Factor AG. b/bo
294	1"	3" - 4"	205.00	2.00	0.51	378.43	0.51	NO	0.67

**Calculo del material cementante**

Calculo de (C+P)	378.43
------------------	--------

**Contenido de cemento y ceniza**

Contenido de Ceniza (CCA)	37.84 kg/m3
Contenido de cemento	340.59 kg/m3

**Dosificación por volumen absoluto**

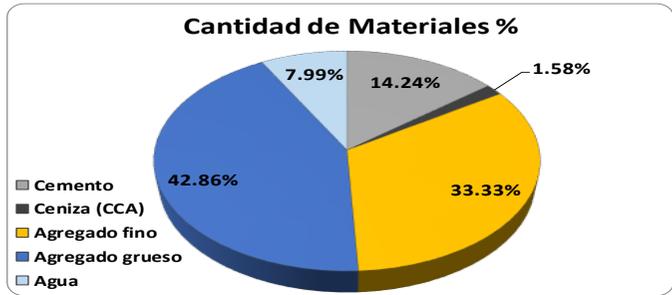
Descripción	Volumen Absoluto	Pesos Secos kg/m3	Humedad %	Peso Corr. Kg/m3	Proporción en Peso
Cemento	0.109	340.59		340.59	0.900
Ceniza ( CCA)	0.018	37.84		37.84	0.10
Agregado fino	0.295	785.45	0.20	797.39	2.1
Agregado grueso	0.376	1020.41	0.02	1025.31	2.7
Agua	0.193	193.00		191.23	21.48 lts
Aire	0.015				

A/(C+CCA) Efectiva	0.51
--------------------	------

**Cantidad de material corregido:**

0.08 m3

Descripción	Volumen(m3)	Material en kg	Porcentaje
Cemento	<b>0.080</b>	27.08	14.24%
Ceniza (CCA)		3.01	1.58%
Agregado fino		63.41	33.33%
Agregado grueso		81.53	42.86%
Agua		15.21	7.99%
<b>TOTAL</b>		190.24 kg	100.00%



**Realizado por:** Bautista Mendoza, Aníbal Alexander  
**Tesis :** Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**Diseño de mezcla metodo ACI 211.1. concreto adicionado con cca por equivalente f'c: 210 kg/cm2  
M - 4 ( 85% C + 15% CCA)**

Descripción	P.E.	Peso	% Volumen
Cemento Portland tipo I Pacasmayo	3.12	42.5	85%
Ceniza de cascarilla de arroz	2.14		15%

Descripción	Unidad	A.Fino	A.Grueso
Tamaño Maximo Nominal (TMN)	Pulg.	N°4	1"
Peso específico	gr/cc	2.67	2.71
Peso unitario suelto	kg/m3	1610.0	1400.0
Peso untario compactado	kg/m3	1737.0	1523.0
Contenido de humedad	%	1.52	0.48
Absorción	%	1.32	0.46
Modulo de fineza		2.85	7.21

**Valores de diseño**

f'c PROMEDIO fcr(kg/m2)	TMN (pulg.)	Slump (pulg.)	Agua (L/m3)	Aire (%)	Agua/cemento A/C	Factor cem. FC(kg/m3)	Por equivalencia A/(C+CCA)	Aire Inc. %	Factor AG. b/bo
294	1"	3" - 4"	193.00	2.00	0.51	378.43	0.56	NO	0.67

**Calculo del material cementante**

Calculo de (C+P)	378.43
------------------	--------

**Contenido de cemento y ceniza**

Contenido de Ceniza (CCA)	56.76 kg/m3
Contenido de cemento	321.67 kg/m3

**Dosificación por volumen absoluto**

Descripción	Volumen Absoluto	Pesos Secos kg/m3	Humedad %	Peso Corr. Kg/m3	Proporción en Peso
Cemento	0.103	321.67		321.67	0.85
Ceniza ( CCA)	0.027	56.76		56.76	0.15
Agregado fino	0.295	785.45	0.20	797.39	2.1
Agregado grueso	0.376	1020.41	0.02	1025.31	2.7
Agua	0.193	193.00		191.23	21.48 lts
Aire	0.015				

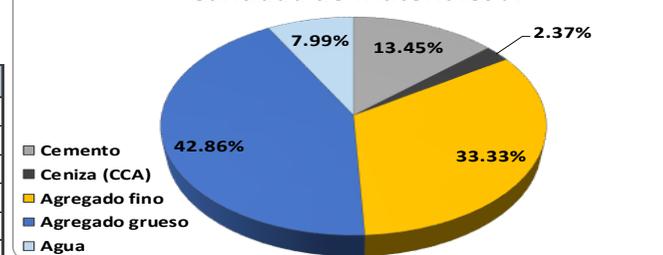
A/(C+CCA) Efectiva	0.51
--------------------	------

**Cantidad de material corregido:**

**0.08 m3**

Descripción	Volumen(m3)	Material en kg	Porcentaje
Cemento	0.080	25.58	13.45%
Ceniza (CCA)		4.51	2.37%
Agregado fino		63.41	33.33%
Agregado grueso		81.53	42.86%
Agua		15.21	7.99%
<b>TOTAL</b>		190.24 kg	100.00%

**Cantidad de Materiales %**



**Anexo 8:** Resultado concreto estado fresco (Temperatura interna y asentamiento – slump).

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## DATOS PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chépén 2021.  
**ESTRUCTURA** : probetas de Concreto  
**RESISTENCIA** :  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>  
**SOLICITANTE** : Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

NÚMERO DE PROBETAS REALIZADAS	ESTRUCTURA	FECHA	HORA	SLUMP (")	AMBIENTE °C	CONCRETO °C	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )
		MOLDEO					
15	DISEÑO PATRON	26/05/2020	09:20 AM	3	20.1	20.5	210
15	DISEÑO + 5%	26/05/2020	09:40 AM	3	20.4	20.8	
15	DISEÑO + 10%	26/05/2020	10:00 AM	3.5	20.5	20.8	
15	DISEÑO + 15%	26/05/2020	10:20 AM	3.2	20.5	20.9	

Observaciones :

  
 E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TÉCNICO LABORATORISTA

  
 E.M.P. ASFALTOS  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Bautista Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



**Anexo 9:** Resultado concreto estado endurecido (resistencia a la compresión del concreto).

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**NOMBRE DEL PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**AUTOR** : Bautista Mendoza, Anibal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

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

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO PATRON	26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	280.7	15.67	159.8	76.1
2	M21-002		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	277.3	15.48	157.9	75.2
3	M21-003		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	282.9	15.80	161.1	76.7
4	M21-004		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	276.2	15.42	157.3	74.9
5	M21-005		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	278.2	15.54	158.4	75.4

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

E.M.P. LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Berra Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. C.I.R. 169278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**NOMBRE DEL PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**AUTOR** : Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

**RESISTENCIA** :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO + 5%	26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	226.9	12.67	129.2	61.5
2	M21-002		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	220.3	12.30	125.4	59.7
3	M21-003		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	225.6	12.60	128.5	61.2
4	M21-004		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	226.5	12.65	129.0	61.4
5	M21-005		26/05/2021	2/06/2021	7	3.0	210	151.0	17907.9	221.1	12.35	125.9	60.0

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

Concretos normales	
Edad (días)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SECUNDINO BARGA FERNÁNDEZ  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO**

Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE**

: Bautista Mendoza, Anibal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO**

: Concreto

**RESISTENCIA**

:  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	$f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO + 10%	26/05/2021	2/06/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	185.2	10.34	105.5	50.2
2	M21-002		26/05/2021	2/06/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	198.0	11.06	112.7	53.7
3	M21-003		26/05/2021	2/06/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	195.2	10.90	111.2	52.9
4	M21-004		26/05/2021	2/06/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	188.6	10.53	107.4	51.1
5	M21-005		26/05/2021	2/06/2021	7	3.5	210	151.0	17907.9	196.2	10.96	111.7	53.2

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino B. Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. SUP. 189278



Concretos normales	
Edad (días)	$f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE** : Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

**RESISTENCIA** : F'c = 210 kg/cm2

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2	%
1	M21-001	DISEÑO + 15%	26/05/2021	2/06/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	181.4	10.13	103.3	49.2
2	M21-002		26/05/2021	2/06/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	195.5	10.92	111.3	53.0
3	M21-003		26/05/2021	2/06/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	194.2	10.84	110.6	52.6
4	M21-004		26/05/2021	2/06/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	183.6	10.25	104.5	49.8
5	M21-005		26/05/2021	2/06/2021	7	3.2	210	151.0	17907.9	195.0	10.89	111.0	52.9

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Barga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 159278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm2) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

SERVICIOS DE LABORATORIOS CHICLAYO - EMP ASFALTOS  
 +48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO**

Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE**

Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO**

Concreto

**RESISTENCIA**

$f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO PATRON	26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	339.2	18.94	193.1	92.0
2	M21-002		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	340.5	19.01	193.9	92.3
3	M21-003		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	341.3	19.06	194.3	92.5
4	M21-004		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	339.9	18.98	193.5	92.2
5	M21-005		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	341.0	19.04	194.2	92.5

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Balsa Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP 169278



Concretos normales	
Edad (días)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE** : Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

**RESISTENCIA** : F'c = 210 kg/cm2

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2	%
1	M21-001	DISEÑO + 5%	26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	337.5	18.85	192.2	91.5
2	M21-002		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	335.5	18.73	191.0	91.0
3	M21-003		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	336.0	18.76	191.3	91.1
4	M21-004		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	336.4	18.79	191.6	91.2
5	M21-005		26/05/2021	9/06/2021	14	3.0	210	151.0	17907.9	337.2	18.83	192.0	91.4

- \* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.
- \* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.
- \* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

E.M.P.  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Baza Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm2) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE** : Bautista Mendoza, Anibal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

**RESISTENCIA** : F'c = 210 kg/cm2

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2	%
1	M21-001	DISEÑO + 10%	26/05/2021	9/06/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	334.3	18.66	190.3	90.6
2	M21-002		26/05/2021	9/06/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	335.1	18.71	190.8	90.9
3	M21-003		26/05/2021	9/06/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	333.9	18.65	190.1	90.5
4	M21-004		26/05/2021	9/06/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	334.6	18.68	190.5	90.7
5	M21-005		26/05/2021	9/06/2021	14	3.5	210	151.0	17907.9	334.0	18.65	190.2	90.6

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

E.M.P. SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Berra Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm2) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO**

Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE**

Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO**

Concreto

**RESISTENCIA**

$f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO + 15%	26/05/2021	9/06/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	330.5	18.46	188.2	89.6
2	M21-002		26/05/2021	9/06/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	331.2	18.49	188.6	89.8
3	M21-003		26/05/2021	9/06/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	330.8	18.47	188.4	89.7
4	M21-004		26/05/2021	9/06/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	331.7	18.52	188.9	89.9
5	M21-005		26/05/2021	9/06/2021	14	3.2	210	151.0	17907.9	331.4	18.51	188.7	89.9

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

FIN DE DOCUMENTO

Concretos normales	
Edad (días)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE** : Bautista Mendoza, Aníbal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

**RESISTENCIA** :  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO PATRON	26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	390.2	21.79	222.2	105.8
2	M21-002		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	392.1	21.90	223.3	106.3
3	M21-003		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	392.7	21.93	223.6	106.5
4	M21-004		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	391.0	21.83	222.6	106.0
5	M21-005		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	391.3	21.85	222.8	106.1

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Balsa Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 189278



Concretos normales	
Edad (días)	$f_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO**

Evaluación de la resistencia a compresión del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup> adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE**

: Bautista Mendoza, Anibal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO**

: Concreto

**RESISTENCIA**

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

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	$f'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%
1	M21-001	DISEÑO + 5%	26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	388.5	21.69	221.2	105.3
2	M21-002		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	387.6	21.64	220.7	105.1
3	M21-003		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	387.2	21.62	220.5	105.0
4	M21-004		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	388.2	21.67	221.0	105.2
5	M21-005		26/05/2021	23/06/2021	28	3.0	210	151.0	17907.9	388.0	21.67	220.9	105.2

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Barga Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 169278



Concretos normales	
Edad (días)	$F'c$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS  
 48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO**

Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE**

: Bautista Mendoza, Anibal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO**

: Concreto

**RESISTENCIA**

: F'c = 210 kg/cm2

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2	%
1	M21-001	DISEÑO + 10%	26/05/2021	23/06/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	382.0	21.33	217.5	103.6
2	M21-002		26/05/2021	23/06/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	380.5	21.25	216.7	103.2
3	M21-003		26/05/2021	23/06/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	381.6	21.31	217.3	103.5
4	M21-004		26/05/2021	23/06/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	381.2	21.29	217.1	103.4
5	M21-005		26/05/2021	23/06/2021	28	3.5	210	151.0	17907.9	380.9	21.27	216.9	103.3

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 César A. Díaz Saavedra  
 TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Pizarro Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIR. 169278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm2) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

48 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.034 - 2015

**PROYECTO** : Evaluación de la resistencia a compresión del concreto f'c 210 kg/cm2 adicionado con ceniza de cascarilla de arroz, Chepén 2021.

**CLIENTE** : Bautista Mendoza, Anibal Alexander

**TIPO DE PRODUCTO** : Concreto

**RESISTENCIA** : F'c = 210 kg/cm2

**FECHA DE ENSAYO** : Indicada

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**TEC. LAB.** : C.A.D.S.

PROBETA N°	CODIGO INTERNO	DESCRIPCIÓN	FECHA		EDAD (días)	SLUMP (")	f'c (Kg/cm2)	DIAMETRO (mm)	ÁREA (mm2)	CARGA MAXIMA KN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		
			MOLDEO	ROTURA							Mpa	Kg/cm2	%
1	M21-001	DISEÑO + 15%	26/05/2021	23/06/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	373.3	20.85	212.6	101.2
2	M21-002		26/05/2021	23/06/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	372.1	20.78	211.9	100.9
3	M21-003		26/05/2021	23/06/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	372.5	20.80	212.1	101.0
4	M21-004		26/05/2021	23/06/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	373.6	20.86	212.7	101.3
5	M21-005		26/05/2021	23/06/2021	28	3.2	210	151.0	17907.9	373.8	20.87	212.9	101.4

\* El certificado corresponde única y exclusivamente a la muestra emitida.

\* Las copias de este ensayo no son válidas sin la autorización del laboratorio.

\* Este informe es imparcial y confidencial, lo cual esta destinado única y exclusivamente al cliente.

\* Nuestro laboratorio no ha sido responsable de la etapa de moldeo (el solicitante brindo toda la información), por lo que salimos de toda responsabilidad por cuestiones que afecten la validez de los resultados.

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
César A. Díaz Saavedra  
TÉCNICO LABORATORISTA

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



Concretos normales	
Edad (días)	F'c (Kg/cm2) (%)
1	25 - 35
3	42 - 53
7	70 - 85
14	85 - 95
28	100 - 120

FIN DE DOCUMENTO

**Anexo 10:** Certificado de calibración de equipos empleados en ensayos.



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**  
Calibration Certificate - Laboratory of Force

**F-22373-001 R1**

Page / Pág. 1 de 5

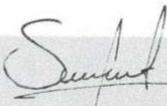
<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MAQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	ADR	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	1886-1-4762	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	P-CON-03	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1500 kN	
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque	
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	CHICLAYO	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2020 - 12 - 17	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2020 - 12 - 28	
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	

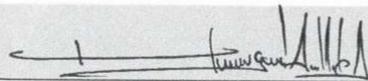
Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

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

**Firmas Autorizadas**

*Authorized Signature*

  
**Ing. Sergio Iván Martínez**  
*Director Laboratorio de Metrología*

  
**Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda**  
*Metrologo Laboratorio de Metrología*

LMPC-05F-01 R11.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 745 4565 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**DATOS TÉCNICOS**

**Máquina de Ensayo Bajo Calibración**

<b>Clase</b>	1,0
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital
<b>División de Escala</b>	0,1 kN
<b>Resolución</b>	0,1 kN
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 13 % al 67 % de la carga máxima.
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 kN

**Instrumento(s) de Referencia**

<b>Instrumento(s)</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN
<b>Modelo</b>	KAL 1MN
<b>Clase</b>	0,5
<b>Número de Serie</b>	HV325-911250
<b>Certificado de Calibración</b>	3783 del INM
<b>Próxima Calibración</b>	2021-12-26

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

**Tabla 1.**

Indicaciones obtenidas durante la calibración para cada valor de carga aplicado

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio $S_{1,2 y 3}$ kN
		$S_1$ Ascendente kN	$S_2$ Ascendente kN	$S_2'$ No Aplica ----	$S_3$ Ascendente kN	$S_4$ No Aplica ----	
%	kN						
13	200,0	200,05	201,15	----	201,25	----	200,81
20	300,0	301,17	301,37	----	301,37	----	301,30
27	400,0	401,89	403,49	----	401,99	----	402,46
33	500,0	504,31	505,11	----	503,81	----	504,41
40	600,0	599,04	600,04	----	599,94	----	599,67
47	700,0	699,66	700,16	----	699,76	----	699,86
53	800,0	802,88	802,68	----	802,48	----	802,68
60	900,0	901,71	902,01	----	901,91	----	901,87
67	1000,0	999,44	998,84	----	999,64	----	999,30

**Tabla 2.**

Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,000	0,000	----	0,000	----

LM-PC-05-F-01 R11.0

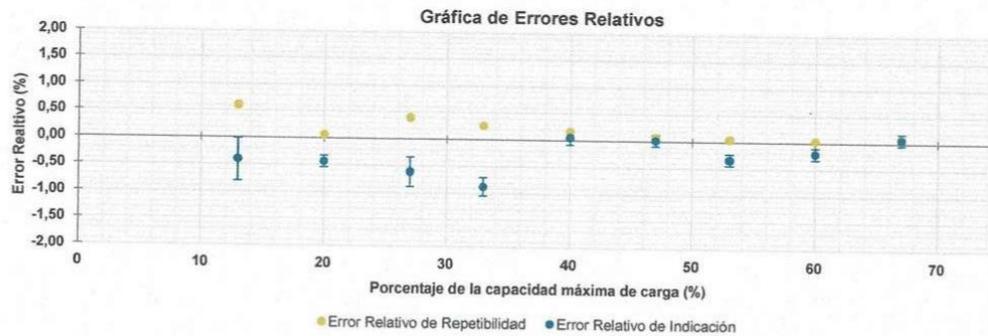


**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN** *Continuación...*

**Tabla 3.**  
Resultados de la calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Relativa		U	$k_{p=95\%}$	
	q	b	v					
%	kN	%	%	%	kN	%	-----	
13	200,0	-0,41	0,60	---	0,050	0,79	0,39	2,01
20	300,0	-0,43	0,07	---	0,033	0,33	0,11	2,01
27	400,0	-0,61	0,40	---	0,025	1,1	0,27	2,01
33	500,0	-0,88	0,26	---	0,020	0,86	0,17	2,01
40	600,0	0,05	0,17	---	0,017	0,81	0,14	2,01
47	700,0	0,02	0,07	---	0,014	0,77	0,11	2,01
53	800,0	-0,33	0,05	---	0,013	0,88	0,11	2,02
60	900,0	-0,21	0,03	---	0,011	0,99	0,11	2,01
67	1000,0	0,07	0,08	---	0,010	1,1	0,11	2,01

\* Se utilizó la función de regresión polinomial mostrada en la página 5 de este certificado para convertir el valor de unidades del dial a unidades de fuerza.



**Figura 1.** Gráfica de errores relativos

**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la calibración fue LABORATORIO de la empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA ubicada en CHICLAYO. Durante la calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 27,0 °C  
Humedad Relativa Máxima: 52 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 25,0 °C  
Humedad Relativa Mínima: 50 % HR

LM-PC-05-F-01 R11.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

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



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

Intercepto	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>
-1,07320	1,01458	-1,97536 E-05	6,37685 E-09	0,00000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
200,0	201,10	211,18	221,25	231,31	241,38
250,0	251,44	261,49	271,55	281,60	291,65
300,0	301,70	311,74	321,78	331,82	341,85
350,0	351,88	361,91	371,94	381,96	391,99
400,0	402,01	412,02	422,04	432,05	442,06
450,0	452,07	462,07	472,08	482,08	492,08
500,0	502,08	512,07	522,06	532,05	542,04
550,0	552,03	562,02	572,00	581,98	591,96
600,0	601,94	611,92	621,89	631,87	641,84
650,0	651,81	661,78	671,75	681,71	691,68
700,0	701,64	711,60	721,56	731,52	741,48
750,0	751,44	761,40	771,35	781,31	791,26
800,0	801,21	811,17	821,12	831,07	841,02
850,0	850,96	860,91	870,86	880,81	890,75
900,0	900,70	910,64	920,59	930,53	940,47
950,0	950,42	960,36	970,30	980,25	990,19
1000,0	1 000,1				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
200,0	200,8	201,1	0,3
300,0	301,3	301,7	0,4
400,0	402,5	402,0	-0,5
500,0	504,4	502,1	-2,3
600,0	599,7	601,9	2,3
700,0	699,9	701,6	1,8
800,0	802,7	801,2	-1,5
900,0	901,9	900,7	-1,2
1.000,0	999,3	1.000,1	0,8

LM-PC-05-F-01 R11.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

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



**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2,02$  y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



**CONTACTO**

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud del servicio

<b>Nombre</b>	SECUNDINO FERNANDEZ
<b>Organización</b>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD
<b>Cargo</b>	GERENTE GENERAL
<b>Teléfono</b>	948852622
<b>Correo Electrónico</b>	SERVICIOS_LAB@HOTMAIL.COM

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

de la escala de la mé	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error realtivo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

1. Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo
2. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.
3. En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. NTC-ISO 7500-1:2007
4. En caso de duda, solo el texto en español de este certificado es válido.
5. El presente certificado reemplaza al certificado F-22373-001 R0, expedido el 2020-12-23, el motivo del cambio es: Se corrigen los datos de identificación del equipo Modelo, Serie, Identificación Interna y Capacidad máxima
6. Con el presente certificado de calibración se adjunta la etiqueta de calibración No. F-22373-001

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R11.0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4565 - 3174233640 | [labmetrologia@pinzuar.com.co](mailto:labmetrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



# Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

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



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0595-2020

SERV- 0857-2020

Pág. 1 de 3

**1 Cliente** : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA  
Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

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

**2 Instrumento Calibrado** : Balanza  
Clasificación : No automática  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
Número de serie : 8336370741  
Procedencia : China  
Identificación : BAL-56  
Capacidad máxima : 30 kg  
Capacidad mínima : No indica  
Div. de escala ( d ) : 0,01 kg (\*)  
Div. de verificación ( e ) : 0,01 kg (\*\*)  
Clase de exactitud : III  
Tipo : Electrónica  
Ubicación : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto

Este certificado de calibración es emitido en base a los resultados obtenidos en nuestro laboratorio, es valido únicamente al objeto calibrado en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se recomienda al cliente recalibrar sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo a su uso, conservación y mantenimiento.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa y expresa de SAT.

SAT S.A.C., no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del presente certificado.

**3 Fecha y lugar de calibración**  
Fecha de calibración : 2020-11-26  
Lugar de calibración : Instalaciones de SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA, ubicado en Otr. Manzana Mza. A Lote 9 Sec. El Cerrito - Chiclayo - Chiclayo - Lambayeque

El certificado de calibración sin la firma y sellos del responsable de SAT carecen de validez.

### 4 Método de calibración :

La calibración se efectuó por comparación según el procedimiento PC-001, 1ra Ed. , "PROCEDIMIENTO PARA LA CALIBRACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PESAJE DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO CLASE III y IIII", del INACAL-DM.

### 5 Trazabilidad

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales en concordancia con el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP) y/o Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI).

Se utilizaron las siguientes pesas patrones con sus respectivos certificados de calibración:

Código	Clase de exactitud	Certificado de calibración
LM-PM2-30	M2	LM-0417-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-90	M2	LM-0523-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-258	M2	LM-0560-2020 / SAT S.A.C.
LM-PM2-260	M2	LM-0562-2020 / SAT S.A.C.

Fecha de emisión: 2020-12-07

JORGE R. QUILLE RAMOS  
Jefe de Laboratorio de Masa (e)

Ing. YANET I. MALDONADO PANEZ  
Jefe de División de Metrología



**Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.**

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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-0595-2020

Pág. 2 de 3

6 Resultados de medición

Inspección Visual

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No aplica
OSCILACIÓN LIBRE	No aplica	CURSOR	No aplica
PLATAFORMA	Tiene	NIVELACIÓN	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No tiene		

Ensayo de Repetibilidad

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	24,9	24,5

HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	59	59

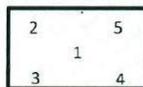
Medición N°	CARGA L <sub>1</sub> (kg) = 15,00		E (kg)
	I (kg)	ΔL (g)	
1	15,01	5	0,010
2	15,01	4	0,011
3	15,01	5	0,010
4	15,01	5	0,010
5	15,01	5	0,010
6	15,01	5	0,010
7	15,01	5	0,010
8	15,01	5	0,010
9	15,01	5	0,010
10	15,01	5	0,010
Diferencia máxima (kg)			0,001
± Error máximo permisible (kg)			0,02

Medición N°	CARGA L <sub>2</sub> (kg) = 30,00		E (kg)
	I (kg)	ΔL (g)	
1	30,02	6	0,019
2	30,02	6	0,019
3	30,02	7	0,018
4	30,02	7	0,018
5	30,02	6	0,019
6	30,02	6	0,019
7	30,02	6	0,019
8	30,02	6	0,019
9	30,02	7	0,018
10	30,02	6	0,019
Diferencia máxima (kg)			0,001
± Error máximo permisible (kg)			0,03

Ensayo de Excentricidad

POSICIÓN DE LAS CARGAS

TEMPERATURA (°C)	INICIAL	FINAL
	24,5	24,8



HUMEDAD RELATIVA (%hr)	INICIAL	FINAL
	59	59

POSICIÓN DE CARGA	DETERMINACIÓN DE E <sub>0</sub>				DETERMINACIÓN DEL ERROR CORREGIDO E <sub>c</sub>				
	CARGA MÍNIMA (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (kg)	CARGA L (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (kg)	E <sub>c</sub> (kg)
1	0,10	0,10	6	-0,001	10,00	10,01	8	0,007	0,008
2		0,10	6	-0,001		10,01	9	0,006	0,007
3		0,10	6	-0,001		10,01	9	0,006	0,007
4		0,10	6	-0,001		10,01	9	0,006	0,007
5		0,10	6	-0,001		10,01	8	0,007	0,008
± Error máximo permisible (kg)									0,02





**Ensayo de Pesaje**

TEMPERATURA (°C)		INICIAL	FINAL	HUMEDAD RELATIVA (%hr)		INICIAL	FINAL		
		24,8	24,7			59	59		

CARGA L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± EMP (kg)
	I (kg)	ΔL (g)	E (kg)	E <sub>c</sub> (kg)	I (kg)	ΔL (g)	E (kg)	E <sub>c</sub> (kg)	
E <sub>0</sub> 0,10	0,10	6	-0,001	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,20	0,20	6	-0,001	0,000	0,20	6	-0,001	0,000	0,01
1,00	1,00	6	-0,001	0,000	1,00	4	0,001	0,002	0,01
5,00	5,00	3	0,002	0,003	5,00	2	0,003	0,004	0,01
7,00	7,00	6	-0,001	0,000	7,00	1	0,004	0,005	0,02
10,00	10,01	9	0,006	0,007	10,01	9	0,006	0,007	0,02
15,00	15,01	5	0,010	0,011	15,01	5	0,010	0,011	0,02
20,00	20,01	2	0,013	0,014	20,01	2	0,013	0,014	0,02
24,00	24,02	10	0,015	0,016	24,02	10	0,015	0,016	0,03
27,00	27,02	8	0,017	0,018	27,02	8	0,017	0,018	0,03
30,00	30,02	6	0,019	0,020	30,02	6	0,019	0,020	0,03

L: Carga aplicada a la balanza.  
 I: Indicación de la balanza.  
 ΔL: Carga adicional.

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

EMP: Error máximo permisible.

**Lectura corregida e incertidumbre de la balanza**

Incertidumbre Expandida (kg)	$U_R = 2 \times \sqrt{1,90E-05 \text{ kg}^2 + 1,46E-08 \times R^2}$
Lectura corregida (kg)	$R_{\text{corregida}} = R - 6,47E-04 \times R$

R= Lectura de la balanza después de la calibración (kg)

E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-04 = 10<sup>-4</sup>

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

**7 Observaciones**

- Se realizó una precarga usando la carga patrón de: 30 kg para la cual la balanza indicó: 30,02 kg
- No se realizó ningún ajuste antes de la calibración.
- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".
- A esta balanza le corresponde una capacidad mínima de 200 g, tomando como referencia la norma NMP-003-2020.
- (\*) La balanza es de rango múltiple, d<sub>1</sub> = 1 g y d<sub>2</sub> = 10 g. A solicitud del cliente se calibró la balanza solo en d<sub>2</sub> = 10 g.
- (\*\*) Dato obtenido del manual del fabricante.



**Anexo 11:** Análisis estadístico para resistencia a compresión  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> de los concretos a 28 días de curado.



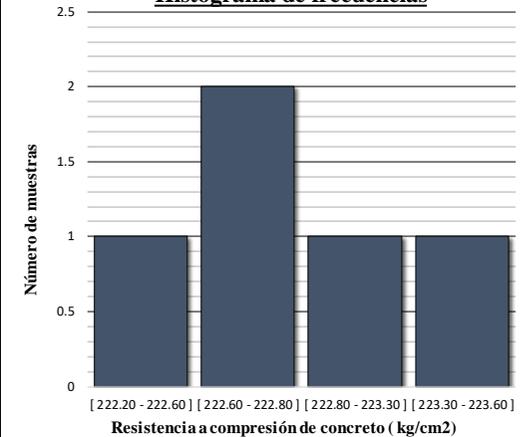
### Análisis estadístico - concreto patrón con 100%C+0%CCA (M-1)

Diseño	Probeta	Resistencia
Desempeño de resistencia a la compresión del concreto (f'c) edad 28 días	C.P. - 1	222.20 kg/cm2
	C.P. - 2	223.30 kg/cm2
	C.P. - 3	223.60 kg/cm2
	C.P. - 4	222.60 kg/cm2
	C.P. - 5	222.80 kg/cm2

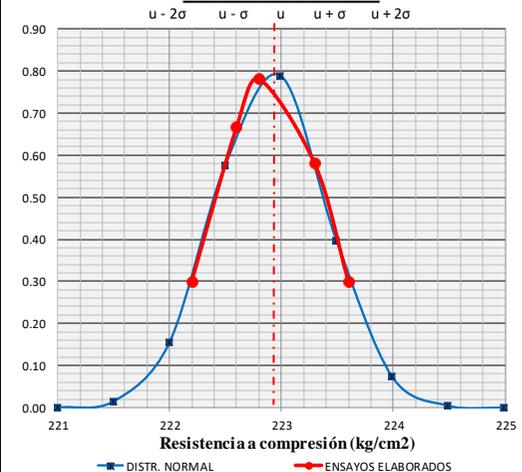
Intervalo	$X_i$	$f_i$	$F_i$	$f_i \cdot X_i$	$(X_i - u)$	$(X_i - u)^2$	$f_i \cdot (X_i - u)^2$
[ 222.20 - 222.60 >	222.40	1.00	1.00	222.40	-0.50	0.25	0.25
[ 222.60 - 222.80 >	222.70	2.00	3.00	445.40	-0.20	0.04	0.08
[ 222.80 - 223.30 >	223.05	1.00	4.00	223.05	0.15	0.02	0.02
[ 223.30 - 223.60 >	223.45	1.00	5.00	223.45	0.55	0.30	0.30
<b>Total</b>		<b>5.00</b>		<b>1114.30</b>			<b>0.66</b>

Número de muestras	n = 5.00	Varianza	$\sigma^2 = 0.25$
Rango de datos	Rx = 1.4	Desviación estandar	$\sigma = 0.50$
Xmax= 223.60      Xmin= 222.20		Coefficiente de variación	cv = 0.22
N° de intervalos de clase	K = 3.32	Percentil : P10 $\geq 0.50$	<b>222.36</b>
Ancho de intervalos de clase	C = 0.42	Percentil : P25 $\geq 1.25$	<b>222.60</b>
Media	u = <b>222.90</b>	Percentil : P75 $\geq 3.75$	<b>223.30</b>
Mediana	um = 222.80	Percentil : P90 $\geq 4.50$	<b>223.48</b>
Moda	uo = 222.53		
1er Coeficiente de Pearson : ( AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp.)		<b>Derecha</b>	<b>0.74</b>
2do Coeficiente de Pearson : ( AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp. )		<b>Derecha</b>	<b>0.43</b>
Coeficiente de curtosis : ( k < 0.263 → Leptocúrtica; k = 0.263 → Mesocúrtica; k > 0.263 → Platicúrtica )		<b>Platicúrtica</b>	<b>0.31</b>

Histograma de frecuencias



Distribución normal



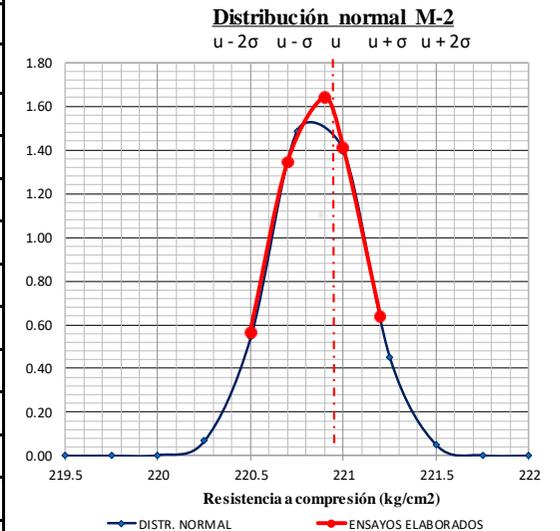
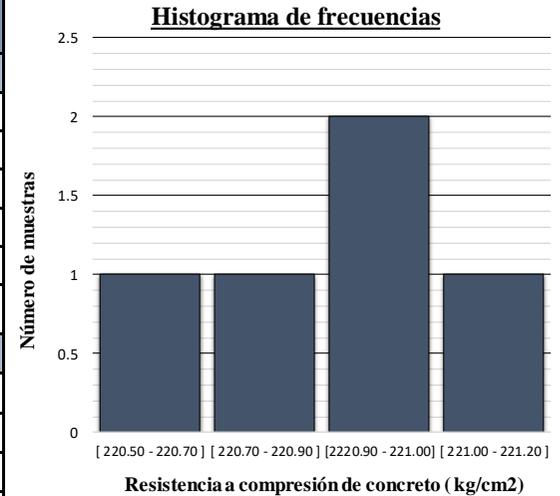


**Análisis estadístico - concreto adicionado con 95%C+5%CCA (M-2)**

Diseño	Probeta	Resistencia
Desempeño de resistencia a la compresión del concreto (f'c) edad 28 días	95%C+5%CCA- 1	221.20 kg/cm2
	95%C+5%CCA- 2	220.70 kg/cm2
	95%C+5%CCA- 3	220.50 kg/cm2
	95%C+5%CCA- 4	221.00 kg/cm2
	95%C+5%CCA- 5	220.90 kg/cm2

Intervalo	X <sub>i</sub>	f <sub>i</sub>	F <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> .X <sub>i</sub>	(X <sub>i</sub> - u)	(X <sub>i</sub> - u) <sup>2</sup>	f <sub>i</sub> .(X <sub>i</sub> - u) <sup>2</sup>
[ 220.50 - 220.70 >	220.60	1.00	1.00	220.60	-0.26	0.07	0.07
[ 220.70 - 220.90 >	220.80	1.00	2.00	220.80	-0.06	0.00	0.00
[ 220.90 - 221.00 >	220.95	2.00	4.00	441.90	0.09	0.01	0.02
[ 221.00 - 221.20 >	221.10	1.00	5.00	221.10	0.24	0.06	0.06
<b>Total</b>		<b>5.00</b>		<b>1104.40</b>			<b>0.14</b>

Número de muestras	n = 5.00	Varianza	σ <sup>2</sup> = 0.06
Rango de datos	Rx = 0.7	Desviación estandar	σ = 0.24
Xmax= 221.20      Xmin= 220.50		Coefficiente de variación	cv = 0.11
N° de intervalos de clase	K = 3.32	Percentil : P10 ≥ 0.50	220.58
Ancho de intervalos de clase	C = 0.21	Percentil : P25 ≥ 1.25	220.70
Media	u = 220.86	Percentil : P75 ≥ 3.75	221.00
Mediana	um = 220.90	Percentil : P90 ≥ 4.50	221.12
Moda	uo = 220.70		
1er Coeficiente de Pearson : (AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp.)		<b>Derecha</b>	<b>0.66</b>
2do Coeficiente de Pearson : (AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp.)		<b>Izquierda</b>	<b>-0.33</b>
Coeficiente de curtosis : ( k < 0.263 → Leptocúrtica; k = 0.263 → Mesocúrtica; k > 0.263 → Platicúrtica )		<b>Platicúrtica</b>	<b>0.28</b>

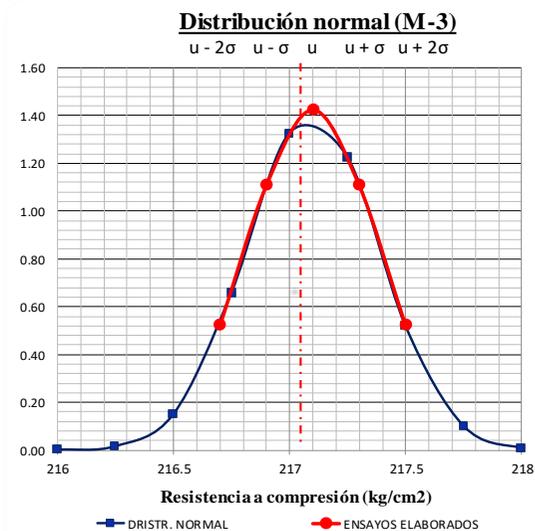
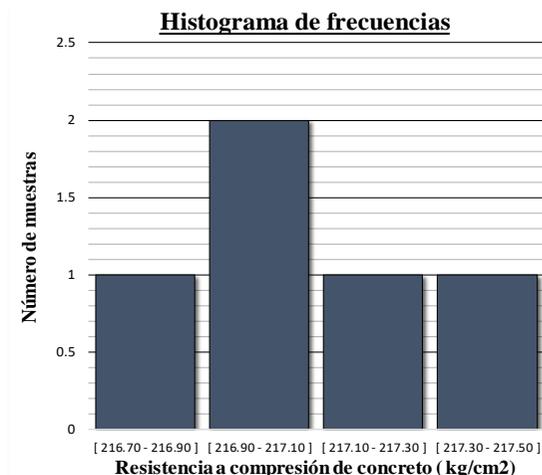


### Análisis estadístico - concreto adicionado con 90%C+10% CCA (M-3)

Diseño	Probeta	Resistencia
<b>Desempeño de resistencia a la compresión del concreto (f'c) edad 28 días</b>	90%C+10%CCA- 1	217.50 kg/cm2
	90%C+10%CCA- 2	216.70 kg/cm2
	90%C+10%CCA- 3	217.30 kg/cm2
	90%C+10%CCA- 4	217.10 kg/cm2
	90%C+10%CCA- 5	216.90 kg/cm2

Intervalo	$X_i$	$f_i$	$F_i$	$f_i \cdot X_i$	$(X_i - u)$	$(X_i - u)^2$	$f_i \cdot (X_i - u)^2$
[ 216.70 - 216.90 >	216.80	1.00	1.00	216.80	-0.30	0.09	0.09
[ 216.90 - 217.10 >	217.00	2.00	3.00	434.00	-0.10	0.01	0.02
[ 217.10 - 217.30 >	217.20	1.00	4.00	217.20	0.10	0.01	0.01
[ 217.30 - 217.50 >	217.40	1.00	5.00	217.40	0.30	0.09	0.09
<b>Total</b>		<b>5.00</b>		<b>1085.40</b>			<b>0.21</b>

<b>Número de muestras</b>	$n = 5.00$	<b>Varianza</b>	$\sigma^2 = 0.08$
<b>Rango de datos</b>	$R_x = 0.8$	<b>Desviación estandar</b>	$\sigma = 0.28$
<b>Xmax=217.50 Xmin=</b>	216.70	<b>Coefficiente de variación</b>	$cv = 0.13$
<b>N° de intervalos de clase</b>	$K = 3.32$	<b>Percentil : P10 <math>\geq 0.50</math></b>	216.78
<b>Ancho de intervalos de clase</b>	$C = 0.24$	<b>Percentil : P25 <math>\geq 1.25</math></b>	216.90
<b>Media</b>	$u = 217.10$	<b>Percentil : P75 <math>\geq 3.75</math></b>	217.30
<b>Mediana</b>	$u_m = 217.10$	<b>Percentil : P90 <math>\geq 4.50</math></b>	217.42
<b>Moda</b>	$u_o = 217.30$		
<b>1er Coeficiente de Pearson :</b> ( AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp. )		<b>Izquierda</b>	<b>-0.71</b>
<b>2do Coeficiente de Pearson :</b> ( AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp. )		<b>Asimétrica</b>	<b>0.00</b>
<b>Coeficiente de curtosis :</b> ( k < 0.263 → Leptocúrtica; k = 0.263 → Mesocúrtica; k > 0.263 → Platicúrtica )		<b>Platicúrtica</b>	<b>0.31</b>





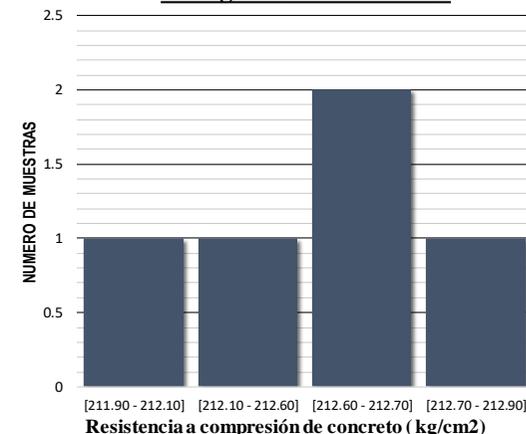
**Análisis estadístico - concreto adicionado con 85%C+15% CCA (M-4)**

Diseño	Probeta	Resistencia
<b>Desempeño de resistencia a la compresión del concreto (f'c) edad 28 días</b>	85%C+15%CCA- 1	212.60 kg/cm2
	85%C+15%CCA- 2	211.90 kg/cm2
	85%C+15%CCA- 3	212.10 kg/cm2
	85%C+15%CCA- 4	212.70 kg/cm2
	85%C+15%CCA- 5	212.90 kg/cm2

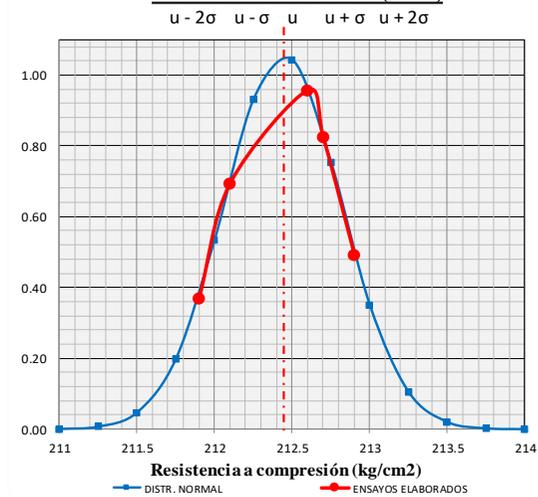
Intervalo	X <sub>i</sub>	f <sub>i</sub>	F <sub>i</sub>	f <sub>i</sub> .X <sub>i</sub>	(X <sub>i</sub> - u)	(X <sub>i</sub> - u) <sup>2</sup>	f <sub>i</sub> .(X <sub>i</sub> - u) <sup>2</sup>
[ 211.90 - 212.10 >	212.00	1.00	1.00	212.00	-0.44	0.19	0.19
[ 212.10 - 212.60 >	212.35	1.00	2.00	212.35	-0.09	0.01	0.01
[ 212.60 - 212.70 >	212.65	2.00	4.00	425.30	0.21	0.04	0.09
[ 212.70 - 212.90 >	212.80	1.00	5.00	212.80	0.36	0.13	0.13
<b>Total</b>		<b>5.00</b>		<b>1062.45</b>			<b>0.42</b>

<b>Número de muestras</b>	n = 5.00	<b>Varianza</b>	σ <sup>2</sup> = 0.14
<b>Rango de datos</b>	Rx = 1	<b>Desviación estandar</b>	σ = 0.38
<b>Xmax=212.90 Xmin=</b>	211.90	<b>Coefficiente de variación</b>	cv = 0.18
<b>N° de intervalos de clase</b>	K = 3.32	<b>Percentil : P10 ≥ 0.50</b>	<b>211.98</b>
<b>Ancho de intervalos de clase</b>	C = 0.30	<b>Percentil : P25 ≥ 1.25</b>	<b>212.10</b>
<b>Media</b>	u = 212.44	<b>Percentil : P75 ≥ 3.75</b>	<b>212.70</b>
<b>Mediana</b>	um = 212.60	<b>Percentil : P90 ≥ 4.50</b>	<b>212.82</b>
<b>Moda</b>	uo = 212.73		
<b>1er Coeficiente de Pearson</b> : ( AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp. )		<b>Izquierda</b>	<b>-0.78</b>
<b>2do Coeficiente de Pearson</b> : ( AS = 0 ; AS > 0 → Der. ; AS < 0 → Izp. )		<b>Izquierda</b>	<b>-0.67</b>
<b>Coeficiente de curtosis</b> : ( k < 0.263 → Leptocúrtica ; k = 0.263 → Mesocúrtica ; k > 0.263 → Platicúrtica )		<b>Platicúrtica</b>	<b>0.36</b>

**Histograma de frecuencias**



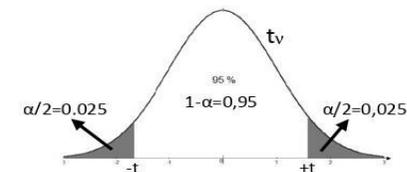
**Distribución normal (M-4)**



**Anexo 12: Tabla de distribución t de Student**

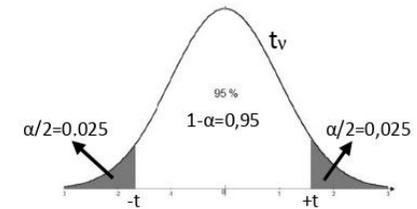
## Distribución t de Student

Contiene los valores de  $t$  tales que  $\frac{\alpha}{2} = P(t_v \geq t)$ , donde  $v$  son los Grados de Libertad



	$\alpha/2$													
	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475	
<b>1</b>	636,619	318,309	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158	0,079	
<b>2</b>	31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071	
<b>3</b>	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137	0,068	
<b>4</b>	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067	
<b>5</b>	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066	
<b>6</b>	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065	
<b>7</b>	5,408	4,785	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065	
<b>8</b>	5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065	
<b>9</b>	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064	
<b>10</b>	4,587	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064	
<b>11</b>	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064	
<b>12</b>	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064	
<b>13</b>	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128	0,064	
<b>14</b>	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128	0,064	
<b>15</b>	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128	0,064	
<b>16</b>	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128	0,064	
<b>17</b>	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128	0,064	
<b>18</b>	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127	0,064	
<b>19</b>	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127	0,064	
<b>20</b>	3,850	3,552	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127	0,063	
<b>21</b>	3,819	3,527	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127	0,063	
<b>22</b>	3,792	3,505	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127	0,063	
<b>23</b>	3,768	3,485	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127	0,063	
<b>24</b>	3,745	3,467	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127	0,063	
<b>25</b>	3,725	3,450	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063	
<b>26</b>	3,707	3,435	2,779	2,479	2,056	1,706	1,315	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063	
<b>27</b>	3,690	3,421	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063	
<b>28</b>	3,674	3,408	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063	
<b>29</b>	3,659	3,396	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063	
<b>30</b>	3,646	3,385	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063	
<b>31</b>	3,633	3,375	2,744	2,453	2,040	1,696	1,309	0,853	0,682	0,530	0,256	0,127	0,063	
<b>32</b>	3,622	3,365	2,738	2,449	2,037	1,694	1,309	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063	
<b>33</b>	3,611	3,356	2,733	2,445	2,035	1,692	1,308	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063	
<b>34</b>	3,601	3,348	2,728	2,441	2,032	1,691	1,307	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063	
<b>35</b>	3,591	3,340	2,724	2,438	2,030	1,690	1,306	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063	
<b>α</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,95</b>	

## Distribución t de Student



	$\alpha/2$													
	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475	
v grados de libertad	36	3,582	3,333	2,719	2,434	2,028	1,688	1,306	0,852	0,681	0,529	0,255	0,127	0,063
	37	3,574	3,326	2,715	2,431	2,026	1,687	1,305	0,851	0,681	0,529	0,255	0,127	0,063
	38	3,566	3,319	2,712	2,429	2,024	1,686	1,304	0,851	0,681	0,529	0,255	0,127	0,063
	39	3,558	3,313	2,708	2,426	2,023	1,685	1,304	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126	0,063
	40	3,551	3,307	2,704	2,423	2,021	1,684	1,303	0,851	0,681	0,529	0,255	0,126	0,063
	41	3,544	3,301	2,701	2,421	2,020	1,683	1,303	0,850	0,681	0,529	0,255	0,126	0,063
	42	3,538	3,296	2,698	2,418	2,018	1,682	1,302	0,850	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	43	3,532	3,291	2,695	2,416	2,017	1,681	1,302	0,850	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	44	3,526	3,286	2,692	2,414	2,015	1,680	1,301	0,850	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	45	3,520	3,281	2,690	2,412	2,014	1,679	1,301	0,850	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	46	3,515	3,277	2,687	2,410	2,013	1,679	1,300	0,850	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	47	3,510	3,273	2,685	2,408	2,012	1,678	1,300	0,849	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	48	3,505	3,269	2,682	2,407	2,011	1,677	1,299	0,849	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	49	3,500	3,265	2,680	2,405	2,010	1,677	1,299	0,849	0,680	0,528	0,255	0,126	0,063
	50	3,496	3,261	2,678	2,403	2,009	1,676	1,299	0,849	0,679	0,528	0,255	0,126	0,063
	51	3,492	3,258	2,676	2,402	2,008	1,675	1,298	0,849	0,679	0,528	0,255	0,126	0,063
	52	3,488	3,255	2,674	2,400	2,007	1,675	1,298	0,849	0,679	0,528	0,255	0,126	0,063
	53	3,484	3,251	2,672	2,399	2,006	1,674	1,298	0,848	0,679	0,528	0,255	0,126	0,063
	54	3,480	3,248	2,670	2,397	2,005	1,674	1,297	0,848	0,679	0,528	0,255	0,126	0,063
	55	3,476	3,245	2,668	2,396	2,004	1,673	1,297	0,848	0,679	0,527	0,255	0,126	0,063
56	3,473	3,242	2,667	2,395	2,003	1,673	1,297	0,848	0,679	0,527	0,255	0,126	0,063	
57	3,470	3,239	2,665	2,394	2,002	1,672	1,297	0,848	0,679	0,527	0,255	0,126	0,063	
58	3,466	3,237	2,663	2,392	2,002	1,672	1,296	0,848	0,679	0,527	0,255	0,126	0,063	
59	3,463	3,234	2,662	2,391	2,001	1,671	1,296	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126	0,063	
60	3,460	3,232	2,660	2,390	2,000	1,671	1,296	0,848	0,679	0,527	0,254	0,126	0,063	
120	3,373	3,160	2,617	2,358	1,980	1,658	1,289	0,845	0,677	0,526	0,254	0,126	0,063	
$\infty$	3,300	3,098	2,581	2,330	1,962	1,646	1,282	0,842	0,675	0,525	0,253	0,126	0,063	
$\alpha$	0,001	0,002	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	0,95	

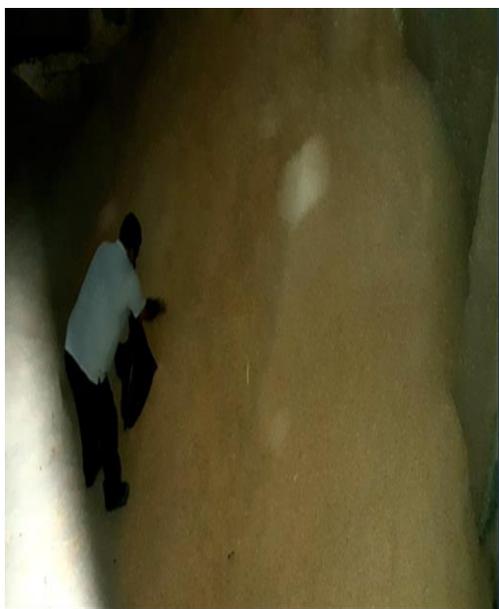
**Anexo 13:** Panel fotográfico.



**Fotografía N° 1.** Adquisición de piedra chancada de cantera Talambo (Agregados Clasificados La Esperanza).



**Fotografía N° 2.** Adquisición de Arena gruesa cantera Talambo (Agregados Clasificados La Esperanza).



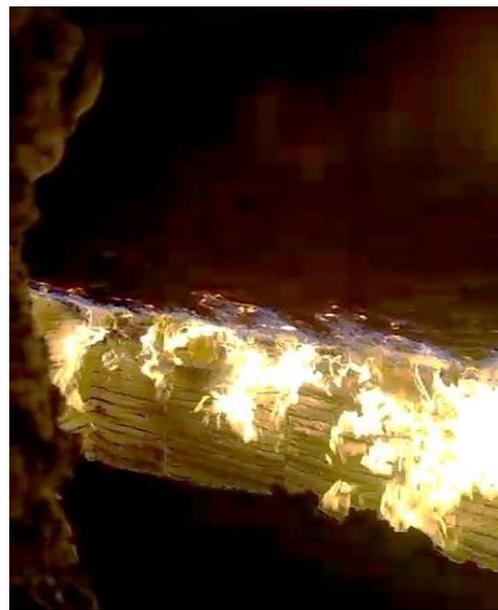
**Fotografía N° 3.** Adquisición de cascarilla de arroz de molino Alexander ubicado Av. Los pinos 242 Villa Hermosa (Panamericana Norte).



**Fotografía N° 4.** Selección de muestra para ser enviada y ensayada en laboratorio LASACI - Trujillo.



**Fotografía N° 5.** Servicio de quemador a base de cascarilla de arroz para secado de arroz.



**Fotografía N° 6.** Proceso de calcinación de cascarilla de arroz y obtención de ceniza.



**Fotografía N° 7.** Tamizado inicial de ceniza y separación de residuos con colador de malla fina.



**Fotografía N° 8.** Proceso de pulverizado manual de ceniza de cascarilla de arroz y su posterior tamizado.



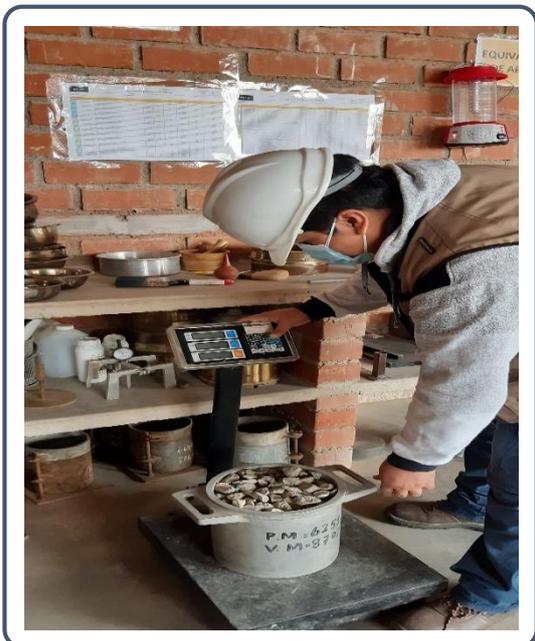
**Fotografía N° 9.** Empaquetado de CCA pulverizada y ser usada en el concreto.



**Fotografía N° 10.** Traslado de materiales a las instalaciones del laboratorio EMP Asfaltos ubicado en Av. Vicente Ruso Lote1. Chiclavo.



**Fotografía N° 11.** Ensayo de granulometría para el agregado grueso.



**Fotografía N° 12.** Ensayo de peso unitario compactado para agregado grueso.



**Fotografía N° 13.** Ensayo de granulometría para el agregado fino.



**Fotografía N° 14.** Ensayo de peso unitario compactado para agregado fino.



**Fotografía N° 15.** Tamizado de ceniza de cascarilla de arroz para su empleo en el concreto.



**Fotografía N° 16.** Adquisición de cemento Pacasmayo tipo I, de Sodimac, Chiclayo.



**Fotografía N° 17.** Mezclado del concreto patrón con la dosificación establecida.



**Fotografía N° 18.** Ensayo de asentamiento (Slump en pulgadas), del concreto patrón



**Fotografía N° 19.** Mezclado concreto con CCA como sustituto parcial de peso de cemento en %, 10 y 15%.



**Fotografía N° 20.** Incremento de agua por adición de CCA en elaboración de concreto adicionado.



**Fotografía N° 21.** Toma de temperatura interna del concreto con adición de CCA.



**Fotografía N° 22.** Ensayo de asentamiento del concreto adicionado.



**Fotografía N° 23.** Elaboración de especímenes de concreto patrón y adicionado con CCA.



**Fotografía N° 24.** Curado de probetas de concreto patrón y adicionadas parcialmente con CCA.



**Fotografía N° 25.** Retiro de especímenes de cisterna de curado a edades de 7,14 y 28 días.



**Fotografía N° 26.** Toma de medidas (diámetro), con vernier para los especímenes.



**Fotografía N° 27.** Ensayo de resistencia a compresión del concreto patrón a diferentes edades.



**Fotografía N° 28.** Rotura de probetas de concreto adicionado a 7, 14 y 28 días de curado.