



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

**Facultad de Ingeniería Civil
Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades
mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho –Huaura, 2023**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Christian Brayan Falcon Barrera

Asesor

Dr. Eugenio Evaristo Andrade Flores

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Civil Escuela Profesional de Ingeniería Civil

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Falcon Barrera, Christian Brayan	73252189	04/11/2024
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Andrade Flores, Eugenio Evaristo	15648560	0000-0003-0658-6674
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA- DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
M(o). Montalbán Chininin, Cesar Augusto	18021555	0000-0002-1676-9653
M(o). Toledo Sosa, José Alonso	80302533	0000-0002-8278-1538
M(o). Velásquez Guardia, Pablo Wenceslao	07549627	0000-0002-4632-2000

Christian Brayan Falcon Barrera. Exp. No. 2024-073...

EFFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCR...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Facultad de Ingeniería Civil

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3037439736

Fecha de entrega

10 oct 2024, 11:16 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

10 oct 2024, 11:34 a.m. GMT-5

Nombre de archivo

BORRADOR_DE_TESIS_-_FALCON_BARRERA_CHRISTIAN_BRAYAN.pdf

Tamaño de archivo

4.7 MB

123 Páginas

19,288 Palabras

99,579 Caracteres



Página 2 of 130 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3037439736

20% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de fuentes excluidas
- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 14%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Primero y, ante todo, agradezco a Dios, cuyo guía y fortaleza han sido mi ancla a lo largo de este viaje, sin su sabiduría y apoyo, nada de esto habría sido posible.

A mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante. Su confianza en mí ha sido la fuente de mi motivación y ha iluminado mi camino en cada etapa de este proceso, gracias por estar siempre a mi lado, brindándome aliento y comprensión.

A mis fieles compañeros de cuatro patas, que han sido una compañía constante y una fuente de alegría en los momentos más intensos. Su lealtad y cariño han sido un bálsamo en los días de esfuerzo y estudio.

A Guadalupe, por el tiempo compartido y las experiencias vividas, que han dejado una huella significativa en mi vida. Agradezco los momentos que pasamos juntos y las lecciones aprendidas, las cuales han contribuido a mi crecimiento personal y académico.

A mis compañeros de ingeniería civil, especialmente a mi grupo de estudio. Su colaboración y apoyo han sido esenciales para el desarrollo de esta investigación, los intercambios de ideas y el esfuerzo conjunto han enriquecido mi experiencia y me han ayudado a superar los retos.

Y a ti, Christhal, por tu inestimable ayuda y apoyo en cada fase de este proyecto. Tu asistencia y dedicación han sido cruciales para alcanzar el nivel de calidad de esta tesis.

A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento. Cada uno ha contribuido de manera única a este logro, y esta tesis es un testimonio de su aliento y apoyo incondicional.

Christian Brayan Falcon Barrera

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis, en especial a mi colega Aponte.

En primer lugar, agradezco a mi docente de proyecto de tesis por su orientación experta, su apoyo constante y su dedicación inquebrantable a lo largo de este proceso de investigación. Su experiencia y sabiduría han sido fundamentales para el desarrollo y culminación de este proyecto.

Deseo agradecer a mi gran amigo y colega Cristian Berrios por sus valiosos consejos en los momentos difíciles y por ser un mentor en el ámbito de la ingeniería, su apoyo ha sido invaluable en mi trayectoria académica.

Extiendo mi agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión por proporcionar los recursos necesarios y un entorno propicio para llevar a cabo esta investigación.

También quiero agradecer a mis compañeros de facultad y a quienes participaron en las discusiones académicas, cuyas contribuciones han enriquecido nuestra comprensión del tema.

Finalmente, expreso mi gratitud a mi familia y amigos por su constante apoyo emocional y comprensión durante este desafiante pero gratificante viaje académico.

En resumen, a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron a la realización de esta tesis, les estoy profundamente agradecido.

Christian Brayan Falcon Barrera

ÍNDICE

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO I	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1. Descripción de la realidad problemática	6
1.2. Formulación del Problema	8
1.2.1. Problema general.	8
1.2.2. Problemas específicos.	8
1.3. Objetivos de la investigación	8
1.3.1. Objetivo general:	8
1.3.2. Objetivos específicos:	9
1.4. Justificación de la investigación	9
1.5. Delimitación de la investigación	11
1.6. Viabilidad del estudio	11
CAPÍTULO II	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1. Antecedentes de la investigación	12
2.1.1. Investigaciones internacionales	12
2.1.2. Investigaciones nacionales	14
2.2. Bases teóricas	16
2.3. Bases filosóficas	31
2.4. Definición de términos básicos:	32
2.5. Formulación de hipótesis	33
2.5.1. Hipótesis general	33

2.5.2.	Hipótesis específicas	34
2.6.	Operacionalización de las variables	35
CAPÍTULO III		37
METODOLOGÍA		37
3.1.	Diseño metodológico	37
3.1.1.	Tipo de investigación:	37
3.1.2.	Diseño de investigación:	37
3.1.3.	Enfoque de la investigación:	38
3.2.	Población y muestra	38
3.2.1.	Población	38
3.2.2.	Muestra	39
3.3.	Técnicas de recolección de datos:	40
3.3.1.	Técnicas a emplear:	40
3.4.	Técnicas para el procesamiento de información:	41
CAPÍTULO IV		42
RESULTADOS		42
4.1.	Análisis de resultados	42
4.2.	Contrastación de hipótesis	53
CAPÍTULO V		58
DISCUSIÓN		58
5.1.	Discusión de resultados	58
CAPÍTULO VI		61
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		61
6.1.	Conclusiones	61
6.2.	Recomendaciones:	62
REFERENCIAS		64
7.1.	Fuentes documentales	64

7.2.	Fuentes bibliográficas	64
7.3.	Fuentes electrónicas	67
	ANEXO	70
	ANEXO 1: Matriz de Consistencia	70
	ANEXO 2: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso y Fino de la Cantera de Acaray	71
	ANEXO 3: Contenido de Humedad de los Agregados	73
	ANEXO 4: Peso Específico y Porcentaje de Absorción de los Agregados	75
	ANEXO 5: Peso Unitario Seco y Compactado de los Agregados	77
	ANEXO 6: Diseño de Mezcla método ACI	79
	ANEXO 7: Resultados de las pruebas de compresión realizadas en el laboratorio en los períodos de 7, 14 y 28 días.	85
	ANEXO 8: Certificado de calibración.	97
	ANEXO 9: Panel Fotográfico.	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de composición aproximados para cemento Portland.....	19
Tabla 2. Límites Granulométricos del agregado fino	22
Tabla 3. Condiciones para la Gradación del Agregado Grueso	23
Tabla 4. Clasificación del agregado fino según su módulo de finura	24
Tabla 5. Asentamientos recomendables para varios tipos de construcción	26
Tabla 6. Características de consistencia del concreto	27
Tabla 7. Composición química de la cascarilla de arroz	29
Tabla 8. Cantidad de probetas de Concreto Patron y proporciones de adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz con Yeso para la fabricación del Concreto.	39
Tabla 9. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	41
Tabla 10. Resultados de ensayo de cono de Abrams	42
Tabla 11. Resistencia a compresión a 7 días	44
Tabla 12. Resistencia a compresión a 14 días	45
Tabla 13. Resistencia a compresión a 28 días	47
Tabla 14. Diseño de mezcla con adiciones de ceniza de cascarilla de arroz con yeso con porcentajes a evaluar en estado fresco y estado endurecido.	51
Tabla 15. Modelo de regresión lineal para evaluación del concreto en estado fresco	53
Tabla 16. Prueba Anova para el desempeño del concreto en estado fresco.....	54
Tabla 17. Modelo de regresión lineal para evaluación del concreto en estado endurecimiento	55
Tabla 18. Prueba Anova para el desempeño del concreto en estado fresco.....	56
Tabla 19. Estadísticas para una muestra para el porcentaje ideal	57
Tabla 20. Prueba para una muestra para el porcentaje ideal.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Comparación de la trabajabilidad del concreto en estado fresco.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2. Comparación de resistencia a compresión a los 7 días.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 3. Comparación de resistencia a compresión a los 14 días.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 4. Comparación de resistencia a compresión a los 28 días.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 5. Evolución de la resistencia a compresión del concreto.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 6. Comparativa de la resistencia a compresión del concreto.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 7. Cantera de Acaray.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 8. Granulometría del Agregado Fino.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 9. Granulometría del Agregado Grueso.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 10. Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 11. Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 12. Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Fino.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 13. Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 14. Ensayo de Peso Suelto y Compactado del Agregado Fino.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 15. Ensayo de Peso Suelto y Compactado del Agregado Grueso.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 16. Obtención y Calcinación de la Cascarilla de Arroz.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 17. Elaboración del Concreto Patron.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 18. Elaboración del Concreto con Adiciones de Ceniza de Cascarilla de Arroz con Yeso.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 19. Desmoldado y curado del concreto.....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 20. Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 Días.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 21. Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 22. Resistencia a la Compresión del Concreto a los 28 Días.....</i>	<i>115</i>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal determinar el efecto del yeso y la ceniza de cascarilla de arroz en las propiedades mecánicas del concreto con una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la región de Huacho – Huaura, 2023. La metodología empleada es de carácter aplicada, con un diseño experimental, enfoque cuantitativo y nivel explicativo.

Para llevar a cabo esta investigación, se realizó un experimento con una muestra de 36 probetas de concreto. De estas, 9 fueron elaboradas con concreto estándar y los 27 restantes con diferentes proporciones de ceniza de cascarilla de arroz (10%, 12%, 14%) y yeso (5%, 6%, 7%). Estas probetas fueron sometidas a pruebas de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.

Los resultados reflejan un incremento en la resistencia del concreto, concluyendo que la mezcla con un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso destaca como la proporción ideal con una resistencia de 241 kg/cm^2 , debido a sus mejores características en términos de resistencia y facilidad de uso.

Palabras clave: ceniza de cascarilla de arroz y yeso, resistencia, dosificación, asentamiento.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to determine the effect of gypsum and rice husk ash on the mechanical properties of concrete with a design strength of $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, in the Huacho – Huaura region, 2023. The methodology employed is applied in nature, with an experimental design, a quantitative approach, and an explanatory level.

To conduct this research, an experiment was carried out using a sample of 36 concrete specimens. Of these, 9 were made with standard concrete, and the remaining 27 with different proportions of rice husk ash (10%, 12%, 14%) and gypsum (5%, 6%, 7%). These specimens were subjected to compression strength tests at 7, 14, and 28 days.

The results show an increase in concrete strength, concluding that the mixture with 10% rice husk ash and 5% gypsum stands out as the ideal proportion due to its superior characteristics in terms of strength and ease of use.

Keywords: rice husk ash and gypsum, strength, dosage, slump.

INTRODUCCIÓN

El concreto es un material de construcción ampliamente valorado por su durabilidad y versatilidad. Sin embargo, con la creciente demanda de soluciones sostenibles y eficientes, surge la necesidad de innovar en sus mezclas. En este contexto, la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz y yeso en la mezcla de concreto se presenta como una estrategia prometedora para mejorar sus propiedades y reducir su impacto ambiental.

Este estudio está estructurado en varios capítulos. El capítulo I aborda la descripción del problema, la formulación, los objetivos, la justificación, la delimitación y la viabilidad del estudio. El capítulo II revisa los antecedentes de la investigación a nivel internacional y nacional, explora las bases teóricas y filosóficas, define los términos básicos y formula y operacionaliza las hipótesis. El capítulo III detalla el diseño metodológico, incluyendo el tipo y enfoque de la investigación, la población y muestra, las técnicas de recolección y procesamiento de datos, y la matriz de consistencia.

En el capítulo IV, se presentan y analizan los resultados utilizando el software IBM SPSS. El capítulo V discute estos resultados en profundidad. Finalmente, el capítulo VI ofrece conclusiones y recomendaciones basadas en los hallazgos del estudio. Además, el trabajo incluye una sección de referencias y anexos con análisis y resultados complementarios.

El objetivo de este estudio es contribuir al desarrollo de mezclas de concreto más sostenibles y eficientes, alineándose con las tendencias actuales en la industria de la construcción.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, el crecimiento exponencial de la población y la expansión de las áreas urbanas han generado una demanda cada vez mayor de materiales de construcción, en particular concreto y cemento. El concreto es ampliamente valorado por su versatilidad y capacidad para resistir condiciones extremas como el fuego y las bajas temperaturas, lo que lo convierte en una opción preferida para diversas aplicaciones en la construcción, desde edificaciones residenciales hasta grandes infraestructuras como pavimentos, presas y canales. Sin embargo, la producción de cemento conlleva impactos ambientales significativos.

La extracción de piedra caliza y otros recursos naturales necesarios para su fabricación provoca la erosión del suelo y la liberación de contaminantes que deterioran el medio ambiente (Aliaga y Badajos, 2018).

En el Perú, esta tendencia global se manifiesta con un aumento significativo en la demanda de viviendas debido al crecimiento poblacional. Este fenómeno impulsa el uso intensivo de cemento y otros materiales de construcción, ha resultado en una explotación intensiva de los recursos naturales y ha contribuido al deterioro ambiental. En la región de Lima, particularmente en la ciudad de Huacho y la provincia de Huaura, la rápida expansión urbana y el desarrollo acelerado del sector de la construcción intensifican estos problemas. El concreto, aunque es apreciado por su durabilidad y resistencia al desgaste y la abrasión, presenta un costo ambiental elevado, debido tanto a la extracción de sus componentes como a la generación de residuos contaminantes durante su producción (Pérez y Ochoa, 2021).

El problema principal radica que debido al aumento en los costos de los materiales de construcción y los impactos negativos asociados con la producción de cemento. Además, la producción de cemento sigue siendo una de las principales fuentes de contaminación y agotamiento de recursos naturales. La gestión inadecuada de desechos orgánicos, como la ceniza de cascarilla de arroz, que a menudo es desechada en vertederos o abandonada al aire libre, agrava aún más la situación al contribuir a la contaminación ambiental en el país (Aliaga y Badajos, 2018).

En respuesta a estos desafíos, el objetivo de este estudio es investigar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz como alternativas en la fabricación del concreto con una resistencia de 210 kg/cm² para poder analizar las propiedades del concreto. La ceniza de cascarilla de arroz, que contiene aproximadamente un 90% de sílice, posee propiedades que pueden mejorar significativamente tanto las características mecánicas como las físicas del concreto (Robayo et al., 2013). Su baja densidad y textura abrasiva permiten su integración efectiva en la mezcla de concreto.

Además, el yeso, conocido por sus propiedades aglutinantes, se utiliza comúnmente en la fabricación de diversos componentes para la construcción debido a su facilidad de manejo y sus beneficios térmicos (Quispe, 2022). La incorporación de estos materiales en la producción de concreto no solo tiene el potencial de ofrecer un producto más resistente, sino que también contribuye a una reducción del impacto ambiental y promueve una construcción más sostenible en la región de Lima, particularmente en Huacho y la provincia de Huaura.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho –Huaura,2023?

1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado fresco, Huacho – Huaura, 2023?

¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado endurecimiento, Huacho – Huaura,2023?

¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz, tiene un porcentaje ideal para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho – Huaura,2023?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general:

Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho –Huaura,2023.

1.3.2. Objetivos específicos:

Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado fresco, Huacho – Huaura, 2023.

Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado endurecimiento, Huacho – Huaura, 2023.

Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para obtener el porcentaje ideal para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho – Huaura, 2023.

1.4. Justificación de la investigación

Justificación técnica

La base técnica de este estudio radica en la ejecución de pruebas para medir la resistencia a la compresión. Se realizarán pruebas en muestras de concreto que contengan una resistencia nominal de $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ y en el cual se emplearán yeso y ceniza de cascarilla de arroz para la mezcla. Si los resultados fueran positivos, respaldará la razón detrás de este proyecto de investigación.

La investigación tiene el propósito de generar datos valiosos que contribuyan a los avances más recientes en la tecnología del concreto, beneficiando así a todas las instituciones involucradas en el campo.

Justificación Social

La importancia social de esta investigación se encuentra en su capacidad para examinar la utilización de yeso y cenizas de cascarilla de arroz en la elaboración del

concreto, lo que podría resultar en la mejora de las propiedades tanto físicas como mecánicas del concreto. Además, al utilizar la cascarilla de arroz como materia prima, se contribuye a darle un tratamiento adecuado a este desecho orgánico ya que mayormente son desechados a botaderos o simplemente al aire libre en contacto con el medio ambiente.

Justificación Académica

La justificación académica que respalda esta investigación radica en la oportunidad de aplicar tanto los procedimientos como los conocimientos adquiridos durante nuestra formación en la facultad de ingeniería civil en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Esta perspectiva será de gran importancia para el enriquecimiento de nuestras capacidades en el contexto académico y laboral.

Justificación metodológica

La justificación metodológica en esta investigación de tesis se logra al permitir la posibilidad de emplear metodologías compatibles en futuras investigaciones. Esto facilita el análisis, la comparación y la evaluación de las intervenciones relacionadas con el uso de yeso con ceniza de cascarilla de arroz en el concreto con una resistencia de 210 kg/cm².

Justificación Ambiental

Las diversas actividades humanas, ya sean en el ámbito doméstico, comercial o industrial, han dado lugar a una gran cantidad de desechos orgánicos.

Estos desechos producen problemas ambientales, generada por el arrojo y acopio de residuos en lugares inadecuados y no permitidos, los cuales provocan una alteración paisajística y la contaminación de fuentes de agua, como ríos y lagos, generando un impacto negativo en los ecosistemas y la calidad de vida de las personas.

1.5. Delimitación de la investigación

Delimitación espacial

Se llevará a cabo en la región de Lima, específicamente en la provincia de Huaura, en el distrito de Huacho.

Delimitación temporal

El estudio se realizará en un periodo de 8 meses, desde el mes de abril de 2023 hasta diciembre del mismo año.

1.6. Viabilidad del estudio

Es viable llevar a cabo la investigación ya que se cuenta con la información necesaria, disponible a nivel nacional e internacional, al cual se tiene acceso mediante diversos medios digitales, como buscadores académicos, repositorios, entre otros. Cuyo fin es utilizar dicha información para desarrollar la presente tesis, el mismo que resultará útil para el beneficio de nuestro país.

Además, todos los ensayos serán realizados en un laboratorio especializado, bajo el acompañamiento de un técnico en laboratorio y supervisado por un ingeniero civil.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

En la investigación de Romero y Tambo (2022) tuvo como principal objetivo identificar la resistencia a la compresión del hormigón adicionando sílice obtenida de cascarilla de arroz en dos mezclas de diferentes resistencias. Se siguió un enfoque experimental para llevar a cabo el estudio. Al analizar los resultados presentados en esta investigación, se puede observar que la incorporación de ceniza de cascarilla de arroz en un 10% del peso total del cemento incrementa la resistencia del concreto. Se concluye que la sustitución del cemento por sílice de cascarilla de arroz en un rango del 10% al 20% mejora la resistencia del concreto. Con porcentajes menores, la mejora en la resistencia no es tan significativa. Utilizando estos porcentajes, se pueden obtener mayores beneficios y resistencias, siempre y cuando se presten atención a otros factores involucrados en el diseño de la mezcla.

En la investigación de Romero y Urueta (2021) tuvo como objetivo investigar los efectos que tiene la ceniza de cascarilla de arroz en la matriz de concreto hidráulico. Se aplicó un enfoque experimental para llevar a cabo este estudio. Al examinar los resultados de esta investigación, se observa que sustituir parte del cemento por ceniza de cascarilla de arroz en la mezcla de concreto ofrece múltiples beneficios, especialmente en términos de resistencia a la compresión. Se concluye que el porcentaje óptimo para reemplazar el cemento con ceniza de cascarilla de arroz se sitúa entre el 10% y el 20%. La implementación de la ceniza de cascarilla de arroz en la matriz de concreto debe centrarse en estos porcentajes, evitando

aquellos fuera de este rango, ya que, aunque pueden ofrecer ciertos beneficios, no son suficientemente significativos. Podemos afirmar que la incorporación de la ceniza de cascarilla de arroz es beneficiosa y contribuye a mitigar el impacto ambiental de la producción de concreto, abriendo así la posibilidad de utilizar este material en futuras edificaciones.

En la tesis de Rodríguez y Tibabuzo (2019) el cual tuvo como propósito: examinar la factibilidad de emplear ceniza de cascarilla de arroz procedente de la región de los llanos orientales como un aditivo al cemento en mezclas de concreto hidráulico. Se empleó el enfoque metodológico experimental. Los resultados del estudio indican que se reemplazó el 10% del contenido de cemento en la mezcla de hormigón con ceniza de cascarilla de arroz. En las edades típicamente evaluadas (7, 14 y 28 días), los resultados muestran que el concreto obtiene un aumento del 10% en su capacidad de resistencia a la compresión en comparación con la mezcla convencional. Además, las muestras no presentan poros y conservan su facilidad de manejo, a diferencia de la mezcla que incorpora un reemplazo del 15%, la cual exhibe una significativa introducción de aire en la muestra.

En el artículo científico desarrollado por De La Cruz Vega et al. (2022) tuvo como objetivo examinar la capacidad de resistencia en estado endurecido del concreto al introducir desechos provenientes de conchas de moluscos y material de yeso. Para llevar a cabo la investigación, se empleó un enfoque experimental. Los resultados del análisis demostraron que es viable emplear desechos de conchas de moluscos y yeso en proporciones del 5% cada uno durante el proceso de fabricación del concreto. Esta combinación posibilitó lograr una resistencia a la compresión de 222 kg/cm² transcurrido 28 días, en contraste con el concreto convencional que presenta una resistencia de 210 kg/cm². Se concluye que este tipo de concreto, con estas características, resulta adecuado para su implementación como material estructural en componentes como vigas, columnas y losas aligeradas.

En el trabajo de investigación desarrollado por Carrillo (2021) tuvo como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de yeso residual generado por la facultad de odontología USTA-Bucaramanga, en las propiedades químicas y mecánicas en una mezcla de concreto simple. En esta investigación se empleó un enfoque experimental. El análisis mostró un patrón en el comportamiento de la resistencia de los bloques de concreto: a medida que aumentaba la cantidad de yeso residual incorporado, la resistencia a la compresión del material disminuía. Esto se debe a que el exceso de sulfato de calcio dihidratado y hemihidratado causa problemas de falso fraguado y fraguado instantáneo. Se concluye que la resistencia obtenida compromete la durabilidad del material, afectando no solo su apariencia superficial, sino también su estabilidad debido a agrietamientos internos. Además, la porosidad del yeso impidió la adecuada conglomeración de las materias primas, lo que resultó en bloques que permanecieron húmedos después del tiempo de curado de 28 días, produciendo un material inconsistente y con menor resistencia.

2.1.2. Investigaciones nacionales

En la investigación de Carlos (2023) tuvo como propósito principal mejorar las propiedades mecánicas del concreto, con el reemplazo parcial del cemento por cenizas de cascara de arroz y la adición de fibras de palmera. Se utilizó un diseño metodológico cuantitativo experimental para llevar a cabo la investigación. En los resultados obtenidos, se pudo determinar la inclusión 5% ceniza de cascarilla de arroz, alcanzo los de promedios más altos de resistencia con 192,04; 228,39 y 252,17 kg/cm², a los 7, 14, y 28 días, con un incremento de 5,99%, respecto al concreto patrón, Para los concretos con porcentajes de sustituciones del 10%, 15% y 20% de ceniza de cascarilla de arroz, sus promedios de resistencias disminuyeron a medida que se le agregaba más contenido de ceniza de cascarilla de arroz. Se concluye que incorporar 5 % de ceniza de cascarilla de arroz, se produjo una

mejora en la capacidad de resistencia a compresión, en comparación con las demás adiciones no llega a la resistencia esperada.

En la tesis de López Chiroque y Salcedo Perez (2021) cuyo propósito del estudio consistió en mejorar las propiedades mecánicas del hormigón mediante la incorporación controlada de ceniza derivada de la cáscara de arroz, utilizando un enfoque de experimentación. Tras analizar los resultados obtenidos, se concluyó que la introducción de un 10% de ceniza proveniente de la cascarilla de arroz generó un aumento en la resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días, con valores que ascendieron a 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm². Con el fin de lograr una trabajabilidad ideal y obtener valores apropiados en la consistencia, fue necesario incluir un 10% de ceniza. Por último, se observó que al añadir un 5% de ceniza proveniente de la cascarilla de arroz se redujo el tiempo de fraguado del hormigón.

En la tesis desarrollada por Davila y Tirado (2020) tuvo como objetivo principal en determinar de qué manera la adición de ceniza de cascarilla de arroz influye en las propiedades mecánicas de un concreto hidráulico destinado al pavimento rígido. La metodología aplicada según el propósito es aplicativa, diseño experimental y de nivel concluyente explicativa. Después de llevar a cabo todas las pruebas, los resultados finales fueron que la utilización de la ceniza de cascarilla de arroz (CCA) mejora la resistencia a la compresión del diseño al 15% (CCA) a la edad de 56 días en 320.11 kg/cm² respecto al diseño patrón. Se llegó a la conclusión de que la máxima resistencia a la compresión se logra al incorporar un 15% de CCA. Además, se encontró que, al agregar más material puzolánico, la velocidad de succión capilar disminuye. También se observó que el hallazgo obtenido del diseño estándar y el de un 15% de CCA son comparables.

En la investigación de Quispe (2023) tuvo como propósito principal determinar el comportamiento de la adición de la ceniza de tusa de maíz y yeso para mejorar las

propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, Chimbote – 2023. Se utilizó un diseño metodológico cuantitativo experimental para llevar a cabo la investigación. Los resultados de la investigación en cuanto a la resistencia a la compresión mostraron que al añadir un 7% de ceniza de tusa de maíz y un 5% de yeso a la mezcla, se obtuvo una resistencia de 233.57 kg/cm^2 . Esto representó un incremento del 7% en comparación con la muestra patrón a los 28 días, alcanzando así su máxima resistencia. Se concluye que la adición de ceniza de tusa de maíz y yeso tiene un impacto positivo en las propiedades mecánicas del concreto.

En la tesis de Sotomayor (2019) cuyo objetivo fue de comparar la resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento tipo I, estableciendo su conducta al adicionarle un aditivo acelerante yeso y retardante arcilla, para obtener un concreto de 280Kg/cm². El estudio se realizó mediante un diseño correlacional comparativo para establecer el grado de relación entre las variables. Los resultados de esta investigación indican que la resistencia a la compresión del concreto disminuye con la adición de yeso a los 7, 14 y 28 días, mientras que, con la arcilla, la resistencia se mantiene similar a la del concreto patrón. El porcentaje óptimo de sustitución para el yeso es del 3%, ya que la disminución en la resistencia es mínima. Por otro lado, el porcentaje de sustitución más adecuado para la arcilla es del 5%. Se concluye que el 10% es el porcentaje de sustitución menos recomendable tanto para el yeso como para la arcilla, ya que resulta en resistencias muy bajas en comparación con el concreto patrón. Sin embargo, la arcilla muestra una resistencia inicial superior a la del concreto sin aditivos a los 7 días, aunque a los 28 días su resistencia es significativamente inferior a la del concreto de diseño.

2.2. Bases teóricas

Concreto:

Se trata de un material ideal para la edificación, compuesto por una combinación adecuada de cemento, agua, agregados y, ocasionalmente, aditivos y elementos adicionales. En su fase inicial, esta mezcla es maleable y moldeable, pero al fraguar, adquiere una estructura sólida con características de resistencia y aislamiento. (Pasquel, 1998). El material conocido como concreto guarda una marcada semejanza con la piedra, siendo el resultado de combinar de manera apropiada elementos como cemento, arena, piedra, agua y aire. No obstante, la ventaja distintiva del concreto radica en su capacidad para adoptar formas específicas según las dimensiones requeridas, proceso que se lleva a cabo mediante el uso de moldes para el encofrado. (Ortega, 2015)

Adicionalmente, es reconocido como uno de los elementos de mayor relevancia en la industria de la construcción, su empleo demanda la participación de distintos expertos en el ámbito de la ingeniería. Su ciclo comienza con la fabricación, su traslado y culmina con su empleo en el terreno de obra. (Orozco y otros, 2018) No solamente es suficiente disponer de materiales de alta calidad combinados en las proporciones adecuadas para producir concreto de calidad. También resulta fundamental considerar aspectos tales como el procedimiento de mezcla, el traslado, la disposición o vertido, y el proceso de curado. (Chavez, 2003)

Componentes del Concreto

Cemento

El cemento es una sustancia en forma de polvo que, al ser mezclados con una proporción adecuada de agua, generan una pasta que se solidifica y endurece tanto en ambientes acuáticos como en condiciones de exposición al aire, generando compuestos con estabilidad. (López, 2000)

Los concretos elaborados con cemento Portland convencional necesitan alrededor de dos semanas para desarrollar la suficiente resistencia que posibilite el desmontaje del

encofrado y la aplicación de cargas moderadas. Estos concretos logran su resistencia prevista aproximadamente a los 28 días y luego continúan aumentando su resistencia a un ritmo más lento. En ocasiones, se busca agilizar el proceso constructivo mediante la utilización de cementos de fraguado rápido, que, aunque más costosos, permiten alcanzar las resistencias necesarias en un lapso de 3 a 7 días en lugar de los 28 días habituales. (Mc Cormac y Brown, 2017)

Tipos de cemento

Según F. Abanto (1997) nos menciona que: el cemento se comercializa en sacos que poseen un peso neto de 42.5 kg. y una capacidad de un pie cúbico. Cuando el valor exacto no esté disponible, se tomará en cuenta un peso específico de 3.15. Los cementos portland se manufacturan en cinco tipos diferentes, cuyas cualidades han sido estandarizadas de acuerdo con las pautas establecidas por la normativa ASTM para el cemento Portland (C 150).

- Tipo I: Este tipo de cemento es empleado en proyectos de concreto en general, en situaciones donde no se detalla el uso de las otras cuatro variantes de cemento disponibles.
- Tipo II: Se utiliza en construcciones que involucran concreto en general, así como en proyectos sometidos a una exposición moderada a sulfatos o que demandan una liberación de calor moderada durante el proceso de humedecimiento.
- Tipo III: Este tipo de cemento se distingue por su habilidad para obtener una notable resistencia temprana. El hormigón producido con cemento de clase III logra una fortaleza a los tres días similar a la que los hormigones con cemento de clase I o clase II conseguirían a los 28 días.
- Tipo IV: Se caracteriza por necesitar una menor liberación de calor durante su proceso de hidratación.

- Tipo V: se usa cuando se requiere una fuerte resistencia contra la influencia de los sulfatos. Los usos comunes incluyen estructuras hidráulicas que están sometidas a aguas con niveles elevados de alcalinidad y estructuras que enfrentan ambientes de agua salada, como el agua del mar.

Composición química del cemento

Los elementos básicos que constituyen el cemento son principalmente cal, sílice, alúmina y óxido de hierro. A lo largo del proceso de fabricación del cemento, estos compuestos interactúan entre sí para crear una serie de compuestos más complejos (como silicatos cálcicos, aluminatos cálcicos y ferritos), que llegan a un punto de equilibrio químico, excepto por un remanente de cal no combinada, la cual no ha tenido tiempo suficiente para reaccionar, conocida como cal libre. Para tener una comprensión general de la composición del cemento, la tabla nos proporciona los rangos de mezcla de los distintos óxidos presentes en los cementos Portland. (Portugal, 2007)

Tabla 1.

Rangos de composición aproximados para cemento Portland.

Oxido	Contenido %
CaO	60-67
SiO₂	17-25
Al₂O₃	3-8
Fe₂O₃	0.5-6.0
MgO	0.1-4.0
Alcalis	0.2-1.3
SiO₃	1-3

Nota: Dado la complejidad de la estructura química del cemento, se alude a la configuración de los silicatos y aluminatos de calcio en sus estados tanto deshidratados como hidratados. (Portugal, 2007)

Agregados

Los componentes utilizados en la producción del concreto son resultado del desgaste de las rocas debido a fuerzas naturales, así como son adquiridos a través del proceso de trituración mecánica y selección por tamaño de las formaciones rocosas. (Pacheco, 2012)

Los materiales granulares más empleados a nivel global provienen de depósitos naturales originados en lechos de ríos o zonas propensas a inundaciones, y tienen un costo relativamente bajo debido a que usualmente no necesitan someterse a procedimientos industriales; las partículas que componen estos materiales granulares naturales están mayoritariamente compuestas por cuarzo. (Popovics, 1992)

Los elementos granulares constituyen un elemento en constante cambio en la combinación, si bien las alteraciones en sus propiedades pueden acontecer durante las etapas de extracción, manipulación y traslado. Dado que constituyen la parte predominante en términos de volumen en el material, son considerados elementos de vital importancia en el hormigón y ejercen una influencia sustancial en el desempeño de las estructuras. (Chan, 1993)

Agregado fino

Según Norma E.060- Concreto Armado (2020) hace mención que: el agregado fino puede originarse de manera natural o ser el resultado de un proceso de fabricación que combina ambas fuentes. Las partículas deben estar exentas de cualquier forma de contaminación, tener formas angulares, ser robustas, resistentes y densas. Además, es esencial que carezcan de componentes orgánicos u otros elementos perjudiciales.

En relación al agregado fino, existen dos aspectos cruciales que deben ser tomados en cuenta. Por un lado, está el índice de finura (IF), y por otro, la uniformidad en los tamaños, ya que ciertas arenas podrían tener índices de finura aceptables (entre 2.2 y 3.1) pero carecer de

alguna gama de tamaño específica. Si nos enfocamos exclusivamente en el índice de finura, pueden surgir dos situaciones desfavorables: una de ellas surge cuando el índice de finura supera los 3.1 (arena gruesa). En este caso, existe la posibilidad de que las mezclas resulten poco manejables, con falta de cohesión entre sus componentes, lo que conlleva a requerir mayores cantidades de cemento para mejorar su manipulación. La otra circunstancia es cuando el índice de finura se sitúa por debajo de 2.2 (arena fina). En esta situación, existe la probabilidad de que los hormigones se vuelvan demasiado viscosos, conduciendo a un incremento en el consumo de cemento y agua para alcanzar una determinada resistencia, así como una mayor propensión a la aparición de grietas debido a la contracción por secado. (Uribe, 1991)

Agregado grueso

Según la norma ASTM C-33 Está formado fundamentalmente por gravas, gravas trituradas, piedra triturada, escoria de hornos de explosión, concreto de cemento hidráulico triturado o una combinación de lo anterior, se considera como el material retenido a partir del tamiz no. 4, para su buena utilización no deben ser demasiado porosos, ni de forma muy alargada de acuerdo con los requerimientos que establece la norma

Agua

El agua empleada en la mezcla desempeña dos roles esenciales: facilita la hidratación del cemento y confiere manejabilidad a la combinación. Aunque aproximadamente el 25% al 30% de la masa del cemento es requerido para su hidratación, esta proporción no hace que la mezcla sea fácil de manipular. Para lograr que la mezcla sea trabajable, se debe emplear al menos un 40% de la masa del cemento en forma de agua. Por lo tanto, de acuerdo con esta premisa práctica, se debe incorporar la menor cantidad de agua posible en la mezcla, manteniendo en mente la necesidad de que el mortero o concreto mantenga su maleabilidad.

Es posible utilizar agua no potable en la producción de concreto, siempre y cuando se demuestre su adecuación, por lo que resulta prudente verificar que no contenga sustancias que puedan tener reacciones adversas con la armadura. (Harmsen, 2002)

Diseño de Mezcla

Cada diseño de mezclas necesita una dosificación precisa en términos de cantidad y volumen, en la cual se combinan componentes como cemento, agregados y agua. Esta mezcla se formula para obtener las características y propiedades específicas requeridas para cumplir con los estándares y exigencias mínimas de las normas asegurando la resistencia, durabilidad y trabajabilidad de la mezcla.

Para ello, antes de llevar a cabo el diseño de la mezcla, se realizan los siguientes ensayos a los agregados:

Granulometría del agregado fino

La distribución de partículas, conocida como granulometría, desempeña un papel crucial en el diseño de mezcla, influyendo directamente en la manejabilidad, calidad y eficiencia económica del concreto producido. Por este motivo, es esencial que las partículas tengan diámetros similares, lo que asegura una adecuada trabajabilidad durante las etapas de mezcla y colocación. (Santa Cruz, 2001)

Tabla 2.

Limites Granulométricos del agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa (en masa)
9.5mm (3/8 pulg.)	100
4.75 mm (No.4)	95 a 100
236 mm (No.8)	80 a 100

1.18 mm (No.16)	50 a 85
600 um (No.30)	25 a 60
300 um (No.50)	10 a 30
150 um (No.100)	2 a 10

Nota : Adaptado de Norma ASTM c33

Granulometría del agregado grueso

Según (Chavez, 2003) nos menciona que: el material retenido en el tamiz número 4. Se compone de rocas de naturaleza granítica, diorítica y sienítica. Es posible emplear fragmentos de roca triturados mediante una trituradora o grava cribada extraída de lechos fluviales o yacimientos naturales. En relación al árido grueso utilizado en el concreto reforzado, se establece que su dimensión máxima no debe sobrepasar el 1/5 de la separación entre las paredes del molde, el 3/4 de la distancia libre entre las armaduras y el 1/3 del grosor de las losas. En línea con las indicaciones aplicables a la arena, se requiere que contenga menos del 5% de componentes arcillosos y finos, y no más del 1.5% de sustancias orgánicas, carbón, entre otros.

Tabla 3.

Condiciones para la Gradación del Agregado Grueso

Mallas	Especificaciones técnicas ASTM C-33 HUSO 46	
	Mínimo	Máximo
2"	-	100
1 1/2"	90	100
1"	90	100
3/4"	40	85
1/2"	10	40
3/8"	0	15
Nº 4	0	5
< Nº 4	0	0

Nota : Adaptado de Norma ASTM c33

Peso unitario de los agregados

Según Pasquel (1992) nos menciona que: es el resultado de la división entre el peso de las partículas y el volumen total que incluye los espacios vacíos. La presencia de los huecos entre las partículas influye en ello, ya que se ve afectado por la forma en que se disponen dichas partículas, lo que lo hace en cierta medida un parámetro relativo. El peso unitario de los agregados estándar generalmente varía entre 1500 y 1700 kg/m³.

Módulo de fineza

El módulo de finura de las arenas se define como un parámetro calculado al sumar los porcentajes acumulativos retenidos en los diferentes tamices de la serie estandarizada. En cierta medida, este valor refleja la finura de la arena. Se considera que un módulo de finura adecuado para una arena que se utilizará en la producción de concreto y que cumpla con los requisitos de granulometría aceptable debería situarse entre 2,3 y 3,1. Un valor menor a 2,0 indica una arena fina, 2,5 denota una arena de granulometría media y más de 3,0 señala una arena gruesa. Además, el módulo de finura puede interpretarse como el tamaño promedio ponderado de un tamiz en el grupo en el cual el material es retenido. (Porrero et al., 2009)

Tabla 4.

Clasificación del agregado fino según su módulo de finura

Módulo de finura	Agregado fino
Menor que 2.00	Muy fino o extra fino
2.00 – 2.30	Fino
2.30 – 2.60	Ligeramente fino
2.60 – 2.90	Mediano
2.90 – 3.20	Ligeramente grueso

3.20 – 3.50	Grueso
Mayo que 3.50	Muy grueso o extra grueso

Nota : Adaptado de Rivera L.

Contenido de humedad

Según Lezama Lezama (1996) nos menciona: Es la cantidad de agua que un agregado tiene en un momento específico. Se llama porcentaje de humedad cuando se expresa como porcentaje del peso de la muestra seca y puede ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Esta medida también es crucial para ajustar las dosificaciones de mezclas de concreto.

Peso específico y Porcentaje de absorción

Es la relación que presenta el material entre el volumen, este control es muy importante por de acuerdo a ellos se determina la calidad, resistencia y durabilidad del concreto. En mejor de los casos contar con materiales con un al valor este tendrá un buen comportamiento caso contrario con los que presenten un valor bajo. (Santa Cruz, 2001)

La absorción se refiere a la capacidad máxima de los agregados de tomar agua en los poros presentes en sus partículas hasta alcanzar la saturación.

Según NTP 400.021 (2002) nos menciona que: El agregado se considera "seco" cuando éste ha sido mantenido a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por tiempo suficiente para remover toda el agua sin combinar

Este porcentaje se calcula dividiendo el aumento de peso en relación al peso seco de la muestra y se expresa como un porcentaje. (Morillos, 2021)

Propiedades del concreto en estado fresco

Asentamiento o Slump

Este ensayo tiene por objeto medir la consistencia del hormigón fresco mediante el cono de Abrams.

Según Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio (2022) nos menciona que: Se debe introducir el hormigón en molde en forma de cono sujetándolo con los pies en tres estratos distintos, después de colocar hormigón fresco se compacta cada capa mediante 25 golpes utilizando una barra de acero sin rugosidades, en la sección transversal de cada capa, cuidando de que la citada barra penetre hasta la capa inferior y rellenando todos los huecos. Para la capa inferior, necesitaremos inclinar un poco la barra compactadora y procederemos a golpear la mitad de los golpes aproximadamente en forma espiral hacia el centro. Compactaremos la segunda y tercera capa a lo largo de toda su altura, de forma que la barra penetre ligeramente en la capa anterior. El resultado de la consistencia del hormigón fresco o ensayo de Abrams se determinará midiendo la distancia entre la altura del molde y la del punto más alto de la muestra después del ensayo.

Esta discrepancia entre la cima del cono y el nivel que se asienta el hormigón se le denomina Slump.

Tabla 5.

Asentamientos recomendables para varios tipos de construcción

Tipos de construcción	Máximo	Mínimo
Zapatas y Muros de cimentación reforzados.	3”	1”
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3”	1”

Vigas y Muros reforzados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Nota: Tecnología del concreto, Flavio Abanto Castillo (1997)

Trabajabilidad

El concreto diseñado de manera adecuada debe ser susceptible de ser colocado y compactado de forma adecuada utilizando el equipo disponible. La textura final permitida por el hormigón debe ser la requerida, y se debe minimizar tanto la segregación como la exudación. Por norma general, el hormigón debe tener la trabajabilidad mínima necesaria para que su colocación sea apropiada. La cantidad de agua necesaria para alcanzar esta trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados, en lugar de las propiedades del cemento. (Laura, 2006)

Consistencia o Fluidéz

Es la aptitud de la mezcla para desplazarse en los moldes está estrechamente relacionada con su cohesión, lo que significa que su capacidad para moverse vendrá definida por su composición en términos de proporciones de agua y cemento, así como la distribución de los agregados empleados. (Medina, R. 2016).

Tabla 6.

Características de consistencia del concreto

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" A 2"	Poco trabajable	Vibración Normal

Plástica	3" A 4"	Trabajable	Vibración Ligera Chuseado
Fluida	>5"	Muy Trabajable	Chuseado

Nota: Tópicos de Tecnología del Concreto, Enrique Pasquel Carbajal (1992)

Segregación

La segregación implica la separación de los componentes de una mezcla, lo que genera una falta de uniformidad en su composición. Esto es muy dañino para el concreto y puede ocurrir durante su vertido, transporte o compactación. (Iglesias y Yupanqui, 2016)

Dado que el concreto es una mezcla de materiales de distintos tamaños y densidades, se generan fuerzas internas que tienden a separar sus componentes mientras la mezcla aún no ha fraguado. Este fenómeno de separación se conoce como segregación. (Rivva, 2000)

Propiedades del Concreto Endurecido

Resistencia a la Compresión

La resistencia a la compresión del concreto es la métrica más utilizada por los ingenieros para evaluar el desempeño de edificios y otras estructuras. Se determina al romper probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión. (NRMCA, 2016)

Según la NTP 339.034 nos menciona que: Para determinar la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas preparadas y curadas, se consideran factores como el tamaño y la forma de la probeta, la mezcla, el moldeo, el muestreo y la elaboración, la temperatura, la edad y las condiciones de humedad durante el proceso de curado. El ensayo implica aplicar una carga axial con una velocidad constante dentro de un rango predefinido hasta que ocurra la falla. Luego, se calcula la resistencia a la compresión dividiendo la carga máxima alcanzada por la probeta durante el ensayo.

Cascarillas de Arroz:

La cascarilla de arroz es el principal residuo generado durante la producción de arroz. Debido a su baja degradabilidad natural, causada por la alta concentración de sílice en su estructura, este material puede acumularse en el entorno y contribuir a problemas medioambientales graves. (Santillan y Chervaz, 2014)

Cenizas de Cascarillas de Arroz:

Después de la combustión, las cenizas pueden adquirir un color gris, dependiendo de las condiciones del proceso. Si la calcinación es incompleta, las cenizas serán negras, por lo que es necesario continuar la calcinación hasta que adquieran un color gris uniforme.

Según la tesis realizada por Cerón (2011) señalan que, de acuerdo a la opinión de especialistas, que al quemar la cáscara de arroz se obtiene aproximadamente un 18 por ciento de cenizas, las cuales contienen alrededor de un 92% de sílice. También se destaca que cuando la cascarilla de arroz es sometida a la combustión, puede resultar en la generación de 1 tonelada de ceniza por cada 5 toneladas de cascarilla utilizada.

Es posible incorporar la ceniza de arroz de manera parcial en la mezcla de cemento con el propósito de lograr un nivel adecuado de resistencia en morteros y concretos, lo que conlleva a una notable disminución en la proporción de agua a cemento. (Avalos y Saldaña, 2012)

Composición de la cascara de arroz

La composición de cascarillas de arroz, luego de ser calcina se hace mención en la siguiente tabla.

Tabla 7.

Composición química de la cascarilla de arroz

<i>Cascarilla de Arroz</i>		<i>Ceniza de Cascarilla de Arroz</i>	
Componente	%	Componente	%

Carbono	39.1	Ceniza de Sílice (SiO_2)	94.1
Hidrógeno	5.2	Oxido de Calcio (CaO)	0.55
nitrógeno	0.6	Oxido de magnesio (MgO)	0.95
Oxígeno	37.2	Oxido de potasio (K_2O)	2.10
Azufre	0.1	Oxido de sodio (Na_2O)	0.11
Cenizas	17.8	Sulfato	0.06
		Cloro	0.05
		Oxido de titanio (T_1O_2)	0.05
		Oxido de aluminio (Al_1O_2)	0.12
		Otros componentes: Oxido de fosforo (P_2O_5)	1.82
		Oxido férrico (Fe_2O_3)	
Total	100.0	Total	100.0

Nota: Prada y Cortes (2010)

Sílice de la ceniza de cascarilla de arroz

Según Prada y Cortés (2010) nos menciona que: La calcinación controlada de la cascarilla de arroz, se obtiene una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, con un alto contenido de SiO_2 del 94.1 % y que, en consecuencia, posee gran actividad puzolánica.

Temperatura de quemado

La temperatura necesaria para llevar a cabo la calcinación de las cascarillas de arroz con el objetivo de lograr un alto nivel de puzolanicidad requiere una cuidadosa supervisión del proceso de combustión. En este contexto, es crucial asegurarse de que la temperatura de

calcinación no exceda los 700 °C, ya que, en caso contrario, la sílice presente experimentará una cristalización que resultará en la disminución de su capacidad reactiva. (Juárez, 2012)

Actividad puzolánica de la ceniza

Según norma ASTM C618 mencionan que, las sustancias puzolánicas consisten en materiales que contienen sílice y aluminio, y tienden a presentar una actividad cementante inicialmente bastante baja. Sin embargo, cuando se combinan con humedad, experimentan una reacción y, al ser expuestas a temperaturas adecuadas, adquieren una notable capacidad cementante de gran intensidad.

2.3. Bases filosóficas

Según Madrigal, (2010) nos menciona que: El utilitarismo de John Stuart Mill, es la doctrina que acepta como fundamento de la moral a la utilidad como principio de la máxima felicidad, donde las acciones son correctas en proporción a su tendencia a promover la felicidad, e incorrectas si tienden a producir lo contrario a la felicidad. Por felicidad se entiende el placer y la ausencia de dolor; por infelicidad al dolor y la privación del placer.

En el texto mencionado se establecen los fundamentos de una teoría ética que busca generar el mayor bienestar para la mayor cantidad de personas, sin importar su condición. La norma para determinar la conducta correcta es maximizar las consecuencias positivas, y la moralidad se define como la capacidad de generar dichas consecuencias positivas.

Dado que el utilitarismo busca el mayor bienestar para el mayor número de personas, es comprensible que algunos piensen que esta doctrina moral es la base de los códigos éticos de ingeniería, y, por lo tanto, fácil de comprender. De hecho, muchos de estos códigos éticos hacen hincapié en la importancia de la seguridad, la salud y el bienestar de la sociedad en el

desempeño de la profesión de ingeniería, lo que sugiere que estos códigos se basan en la idea utilitarista de buscar el mayor bienestar para la mayoría de la población.

Esta investigación busca proponer soluciones sostenibles mediante la utilización de recursos orgánicos desechados sin control en el medio ambiente, lo que provoca una grave contaminación que afecta la salud pública tanto a corto como a largo plazo.

Al demostrar la eficacia de la ceniza de cascarilla de arroz y el yeso como sustitutos parciales del cemento, se pretende crear un concreto de alta resistencia que beneficie a la comunidad. Esta iniciativa reducirá la contaminación por desechos orgánicos y disminuirá la explotación de recursos naturales necesarios para la producción de cemento, logrando así un concreto eco amigable.

2.4. Definición de términos básicos:

Concreto: El concreto es una combinación de cemento, grava, arena, aditivos y agua. En su estado líquido es maleable, y una vez solidificado, ofrece una alta resistencia a la compresión.

Cemento: El cemento es un material aglutinante producido al combinar caliza y arcilla, que son sometidas a un proceso de cocción y molienda. Tiene la capacidad de endurecerse cuando entra en contacto con agua.

Agregados: Son un conjunto de materiales, ya sean naturales o artificiales, que pueden ser procesadas o fabricadas. Sus tamaños pueden variar desde partículas casi invisibles hasta fragmentos de piedra. Junto con el agua y el cemento, constituyen los tres elementos esenciales para la elaboración de concreto.

Propiedades físicas del concreto: Se trata de atributos físicos del concreto que se pueden observar directamente o medir fácilmente. Estas cualidades son comunes a cualquier mezcla, variando en intensidad según el cuidado dedicado durante su preparación.

Asentamiento: Es una medida de la consistencia de concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica qué tan seco o fluido está el concreto.

Propiedades mecánicas del concreto: Las características mecánicas se refieren al comportamiento del concreto endurecido frente a las acciones que actúan sobre él. Son criterios fundamentales para el diseño estructural de estructuras de concreto.

Resistencia: La capacidad de un material para resistir una carga por unidad de área se define como esfuerzo, y se suele expresar en términos de kg/cm², MPa o en algunos casos libras por pulgada cuadrada (psi).

Ceniza de Cascarilla del Arroz (CCA): La ceniza de cascarilla de arroz, que se utiliza en esta investigación para modificar el concreto hidráulico, contiene una cantidad significativa de sílice, que también se encuentra en el cemento. Por lo tanto, se analiza el comportamiento mecánico, físico y químico de una mezcla de concreto hidráulico que ha sido modificado con la ceniza resultante de la quema de la cascarilla del arroz.

Yeso: El yeso es un material de construcción y producto industrial compuesto por sulfato de calcio hemihidratado, conocido también como yeso cocido o yeso de París. Se comercializa en forma de polvo fino y, al mezclarse con agua, está listo para su uso inmediato.

2.5. Formulación de hipótesis

2.5.1. Hipótesis general

El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz produce un mejor desempeño en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

2.5.2. Hipótesis específicas

El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ produce un mejor desempeño en estado fresco.

El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ produce un mejor desempeño en estado de endurecimiento.

El efecto del yeso al 5% y ceniza de cascarilla de arroz al 10% para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ será el porcentaje ideal para el diseño del concreto.

2.6. Operacionalización de las variables

Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Propiedades del concreto	Las propiedades del concreto ofrecen información sobre su estado, comportamiento, atributos y desempeño, ya sea en su forma líquida o endurecida. (Mimbela Orderique y otros, 2021)	Las propiedades del concreto se evaluarán mediante pruebas de laboratorio, para lo cual se prepararán mezclas de concreto convencional o de control y también con adiciones de yeso y ceniza de cascarilla de arroz. Esto permitirá compararlas y obtener una resistencia $f'c$ de 210 kg/cm ² , evaluable a los 28 días.	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas: concreto en estado fresco Propiedades mecánicas: concreto en estado endurecido Diseño de mezcla 	<ul style="list-style-type: none"> Slump: asentamiento (pulg.) Resistencia a compresión (kg/cm²) Análisis granulométrico Contenido de humedad Peso específico y absorción Peso unitario seco y compactado

Variable Independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Yeso con ceniza de cascarilla de arroz	<ul style="list-style-type: none"> Según De la Cruz et al. (2022), la mejora de la resistencia del concreto se debe a que el yeso incrementa las propiedades aglomerantes del cemento. La ceniza está compuesta principalmente de sílice amorfa, seguida de carbono y óxido de potasio. Al combinarse con los materiales del concreto, estos componentes mejoran las propiedades mecánicas y la trabajabilidad de la mezcla. (Martinez y Oyanguren , 2019) 	<p>El yeso y ceniza de cascarilla de arroz se adicionará como sustitución parcial del cemento en distintas proporciones para la elaboración del concreto con una resistencia de 210 kg/cm².</p>	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de yeso Incorporación de ceniza de cascarilla de arroz 	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de adición de yeso en relación con el peso del cemento. Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz en relación con el peso del cemento.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación tiene un enfoque aplicado, el cual se aplicará en el diseño de concreto con una resistencia de 210 kg/cm², utilizando el yeso y ceniza de cascarilla de arroz como adición, ya que la finalidad principal es evaluar las propiedades del concreto mediante pruebas de asentamiento y compresión.

Este tipo de estudio de investigación se caracteriza por retener todos los aspectos de un experimento puro, con la excepción de que los participantes no son asignados aleatoriamente a los diferentes grupos. Debido a esta falta de aleatoriedad, el investigador debe identificar las variables que influirán en la variable dependiente. (Campbell & Stanley, 1973).

3.1.2. Diseño de investigación:

Según nuestro objetivo, este estudio se considera de naturaleza experimental, cuyo propósito es verificar que una modificación en la variable dependiente es resultado de la alteración de la variable independiente. En cuanto a su duración temporal, se puede clasificar como un estudio transeccional, dado que los datos se recolectarán en diferentes momentos durante un período de tiempo relativamente breve, con el propósito de evaluar la resistencia alcanzada y obtener información en cada punto de medición.

3.1.3. Enfoque de la investigación:

Para la investigación, se tomará una perspectiva cuantitativa, enfocándose en la evaluación de variables numéricas y su posterior análisis estadístico, con el propósito de obtener resultados precisos y objetivos. Dado que los datos recopilados serán de naturaleza numérica, es adecuado utilizar un enfoque cuantitativo para examinarlos y obtener conclusiones precisas acerca del diseño de la mezcla. Una metodología cuantitativa destaca por emplear tanto métodos como técnicas que posibilitan la observación, medición y análisis estadístico del muestreo, con el objetivo de comprender la realidad que es objeto de nuestra investigación. (Ñaupas et al.,2018).

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La Población o universo es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. (Hernández, 2014) La población puede ser grande o pequeña, y puede estar conformada por personas, objetos, animales o cualquier otro tipo de elementos que se estudien.

Se realizaron tres diseños de concreto con una resistencia de 210 kg/cm², utilizando cemento Portland y yeso como adición, junto con ceniza de cascarilla de arroz. La muestra total de la población estuvo compuesta por 36 probetas de concreto, distribuidas de la siguiente manera: nueve probetas correspondieron al concreto patrón; otras nueve probetas, denominadas muestra 1, incluyeron una incorporación del 10 % de ceniza de cascarilla de arroz y un 5 % de yeso en su dosificación; seguidamente, nueve probetas, denominadas muestra 2, contuvieron un 12 % de ceniza de cascarilla de arroz y un 6 % de yeso en su

dosificación; y, finalmente, las nueve probetas restantes, denominadas muestra 3, incluyeron un 14 % de ceniza de cascarilla de arroz y un 7 % de yeso en su dosificación.

Estas muestras fueron sometidas a diferentes períodos de curado, específicamente, de 7, 21 y 28 días.

3.2.2. Muestra

Para esta investigación se utilizó un muestreo no probabilístico, ya que se eligieron y utilizaron procesos ya disponibles en nuestro estudio, con el propósito de analizar las propiedades del concreto. La muestra estuvo compuesta por probetas de concreto patrón convencional y adiciones de ceniza de cascarilla de arroz con yeso, lo cual se detalla a continuación.

Tabla 8.

Cantidad de probetas de Concreto Patron y proporciones de adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz con Yeso para la fabricación del Concreto.

Descripción	Diseño F'c = 210 kg/cm2		Días de curado			Total, de probetas unidades
	Ceniza de cascarilla de arroz	Yeso	7	14	28	
Concreto patron	0 %	0%	3	3	3	9
Muestra 1:	10%	5%	3	3	3	9
Muestra 2:	12%	6%	3	3	3	9
Muestra 3:	14%	7%	3	3	3	9
Total, de probetas						36

Nota: Elaboración propia.

3.3. Técnicas de recolección de datos:

Las técnicas representan los enfoques empleados por los investigadores para establecer la conexión entre la investigación y su propósito. (Pineda, Alvarado y Canales, 1994).

La técnica que se utilizó para esta investigación es la técnica de la observación, porque se emplearon medios o instrumentos empleados para adquirir información en el estudio que se estaba realizando, se usaron protocolos como herramienta.

3.3.1. Técnicas a emplear:

Las técnicas son herramientas o elementos utilizados con el fin de obtener información. (Hidalgo, 2013)

En este estudio se emplearon protocolos como herramienta, los cuales son formatos estandarizados conforme a la normativa.

Se aplicaron las siguientes normas para el recojo de información para nuestra investigación:

- Análisis granulométrico de los agregados (Norma ASTM C33 - NTP 400.011)
- Contenido de humedad de los agregados (Norma ASTM C566 -NTP 339.185)
- Peso específico y absorción de los agregados (Norma ASTM C127 - NTP 400.021)
- Peso unitario seco y compactado de los agregados (Norma ASTM C29 - NTP 400.017)
- Resistencia a la compresión del concreto (ASTM C39 - NTP 339.034)

Tabla 9.

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Técnica	Instrumento
Observación directa y anotación	Formatos de Ensayos de laboratorio

Nota: Elaboración propia

3.4. Técnicas para el procesamiento de información:

En el laboratorio se emplearon formatos validados por el técnico y verificados por el ingeniero asesor para recolectar los datos. Se llevó a cabo el análisis de los datos utilizando estadística descriptiva, y para su procesamiento se empleó el programa Microsoft Excel. Con el objetivo de presentar los resultados de manera organizada y confiable, se utilizaron tablas y gráficos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Evaluación del concreto en estado fresco

En seguimiento a nuestro primer objetivo, se presenta la evaluación del asentamiento del diseño de concreto convencional en comparación con los diseños que incorporan distintos niveles de sustitución de material puzolánico, en este caso, la ceniza de cascarilla de arroz con yeso. El asentamiento, fue medido a través del método del cono de Abrams, se llevó a cabo de acuerdo con los procedimientos y equipos estipulados por la normativa correspondiente.

Tabla 10.

Resultados de ensayo de cono de Abrams

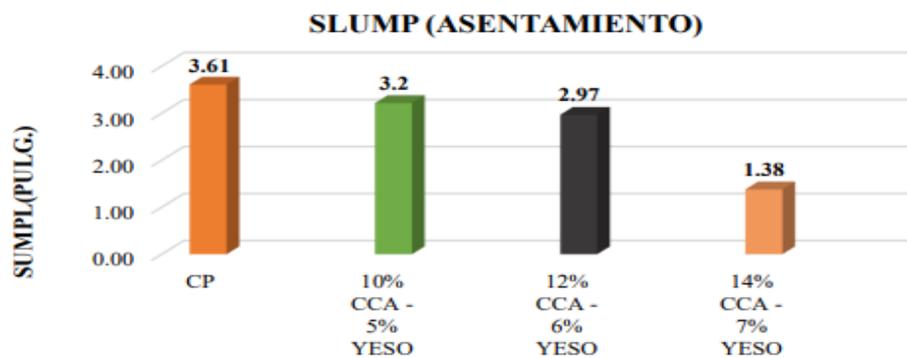
		SLUMP (ASENTAMIENTO)				
MUESTRA (CM)		1	2	3	PROMEDIO	Pulg
Concreto patron	CP	8	11	8.5	9.17	3.61
Concreto con 10% de ceniza de cascarilla de arroz con 5% de yeso	10% CCA - 5% YESO	9	9.5	6	8.17	3.2
Concreto con 12% de ceniza de cascarilla de arroz con 6% de yeso	12% CCA - 6% YESO	7.5	7.3	7.8	7.53	2.97
Concreto con 14% de ceniza de cascarilla de arroz con 7% de yeso	14% CCA - 7% YESO	3	4.5	3	3.50	1.38

Nota: elaboración propia

Considerando que nuestro diseño apunta a un rango de asentamiento entre 3 y 4 pulgadas, se evidencia que únicamente el diseño convencional y aquel que integra un 10% de ceniza de cascarilla de arroz con un 5% de yeso satisfacen este criterio. Por lo tanto, será necesario introducir un aditivo en los otros diseños para lograr un concreto que posea una consistencia plástica y sea manejable.

Figura 1.

Comparación de la trabajabilidad del concreto en estado fresco



Nota: Elaboración Propia

En la figura 1 se representa la variación de los asentamientos en el diseño con resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, considerando distintas proporciones de sustitución de ceniza de cascarilla de arroz (10% a 14%) y yeso (5% a 7%). Es importante señalar que el diseño de concreto estándar satisface el requisito de asentamiento entre 3 y 4 pulgadas, al igual que el diseño que incorpora un 10% de ceniza de cascarilla de arroz con un 5% de yeso. Para alcanzar un comportamiento similar en los demás diseños será necesario emplear un aditivo.

Evaluación de resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido

En cumplimiento con el segundo objetivo que implica la evaluación del concreto en su estado endurecido, se realizó el ensayo de compresión. Las muestras destinadas a medir la resistencia a la compresión fueron preparadas para pruebas a los 7, 21 y 28 días. Se

analizaron un total de 9 muestras del concreto estándar, 9 muestras del diseño con un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso, 9 muestras con un 12% de ceniza de cascarilla de arroz y un 6% de yeso, y finalmente, 14% de ceniza de cascarilla de arroz con un 7% de yeso.

Tabla 11.

Resistencia a compresión a 7 días

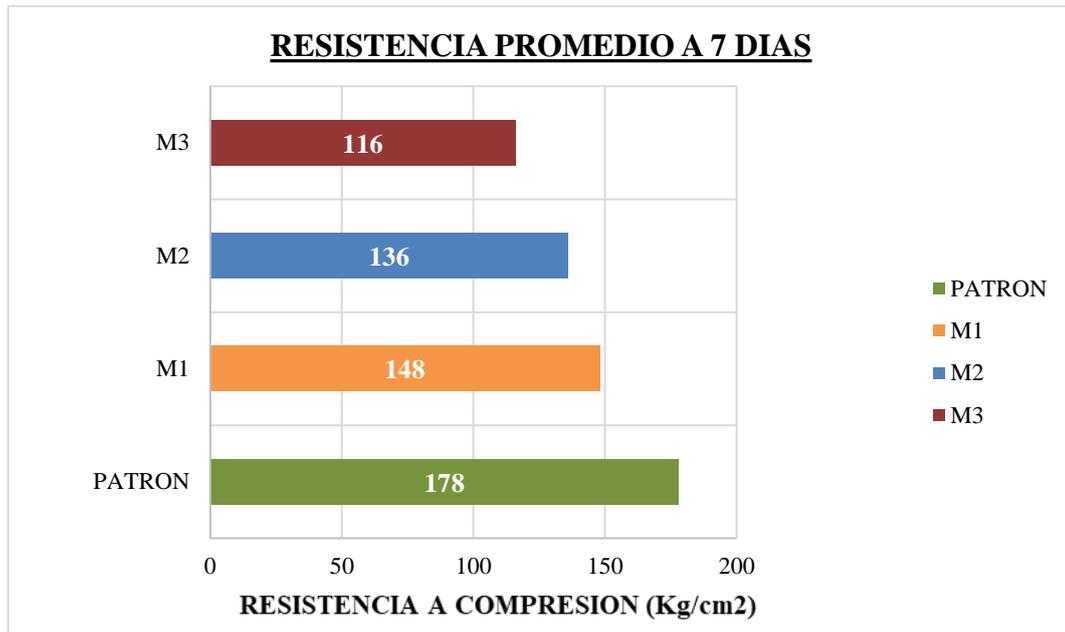
N° probeta	Edad (días)	Datos físicos del concreto	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Esfuerzo	Esfuerzo	Promedio
					kn	kg/cm ²	
MP-01	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	306.987	177	
MP-02	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	313.57	181	178
MP-03	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	303.34	175	
M1-01	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	259.88	150	
M1-02	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	256.18	148	148
M1-03	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	252.08	145	
M2-01	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	247.71	142	
M2-02	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	217.60	125	136
M2-03	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	244.89	141	
M3-01	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	208.00	120	
M3-02	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	192.51	111	116
M3-03	7	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	202.76	117	

Nota: Elaboración propia

Según la normativa, a los 7 días, la resistencia a la compresión del concreto debe alcanzar el 70% de su resistencia de diseño, que es de 210 kg/cm², lo que corresponde a una resistencia mínima de 147 kg/cm². Se observa que tanto el concreto patrón como la mezcla con un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso presentan una resistencia superior a la de diseño. Sin embargo, las mezclas con un 12% de ceniza de cascarilla de arroz y un 6% de yeso, así como la mezcla con un 14% de ceniza de cascarilla de arroz y un 7% de yeso, no cumplen con los parámetros especificados.

Figura 2.

Comparación de resistencia a compresión a los 7 días



Nota: Elaboración propia

En la figura 2 se evidencia que, incluso con una sustitución de hasta el 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso en lugar de cemento en el concreto estándar, se logra superar la resistencia anticipada a los 7 días.

Tabla 12.

Resistencia a compresión a 14 días

N° Probeta	Edad (Días)	Datos físicos del concreto	Diámetro (cm)	Área(cm ²)	Esfuerzo	Esfuerzo	Promedio
					Kn	kg/cm ²	
MP-04	14	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	349.08	201	
MP-05	14	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	354.95	205	205
MP-06	14	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	360.74	208	
M1-04	14	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	350.90	202	
M1-05	14	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	350.44	202	200

M1-06	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	340.64	197	
M2-04	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	302.00	174	
M2-05	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	353.00	204	191
M2-06	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	338.00	195	
M3-04	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	333.00	192	
M3-05	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	286.00	165	174
M3-06	14	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	285.00	164	

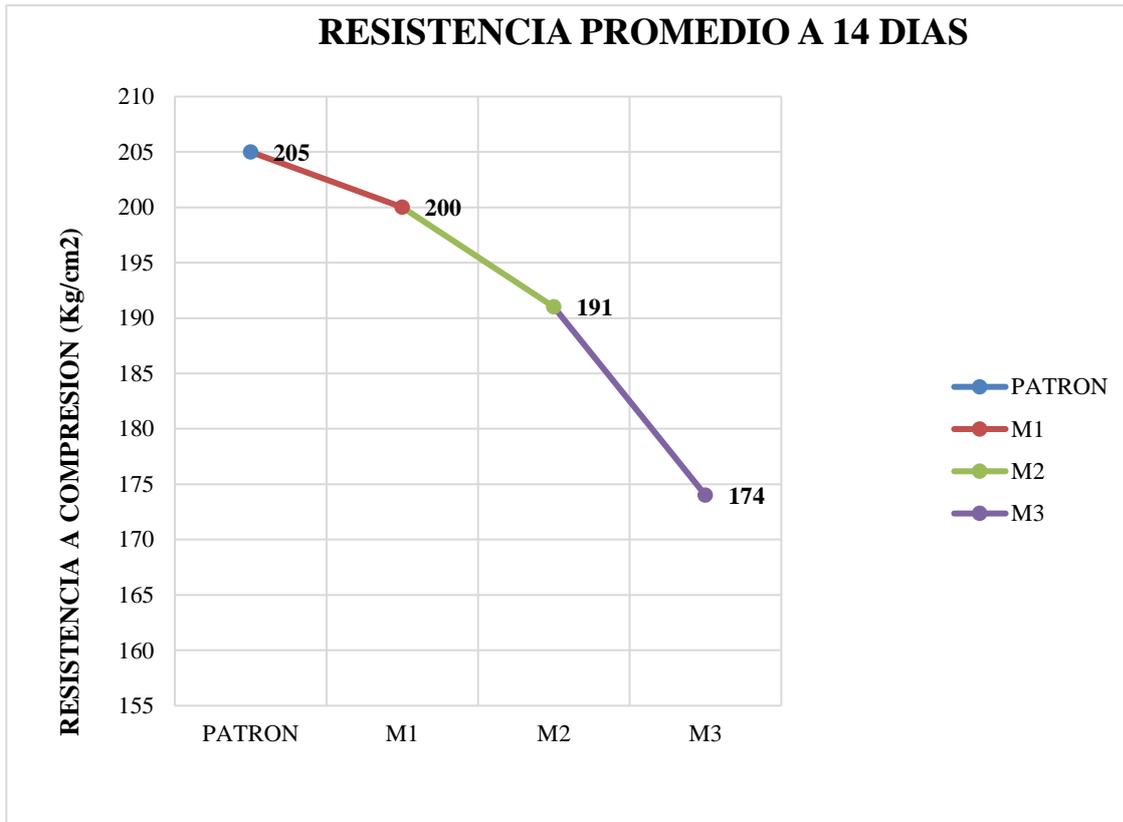
Nota: Elaboración propia

La normativa nos especifica que la resistencia a la compresión del concreto debe alcanzar el 85 % de su capacidad total a los 14 días, lo que equivale a una resistencia mínima de 178.5 kg/cm². Se observa que tanto el concreto convencional como la combinación que incluye un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso, la mezcla con un 12% de ceniza de cascarilla de arroz y un 6% de yeso, cumplen con los criterios normativos establecidos.

No obstante, el diseño que presenta un 14% de ceniza de cascarilla de arroz y un 7% de yeso, se ajustan a los parámetros especificados, pero en menor resistencia a sus antecesores.

Figura 3.

Comparación de resistencia a compresión a los 14 días



Nota: Elaboración propia

La figura 3 nos indica que, incluso al sustituir hasta el 10% del cemento por ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso en el concreto convencional con la mezcla de 12% de ceniza de cascarilla de arroz con 6% de yeso, se logra superar considerablemente la resistencia prevista a los 14 días según la normativa, superando la tercera adición

Tabla 13.

Resistencia a compresión a 28 días

N° Probeta	Edad (Días)	Datos físicos del concreto	Diámetro (cm)	Área(cm ²)	Esfuerzo	Esfuerzo	Promedio
					Kn	kg/cm ²	
MP-07	28	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	410.92	233	246
MP-08	28	f'c=210 Kg/cm ²	15	176.7	419.00	252	

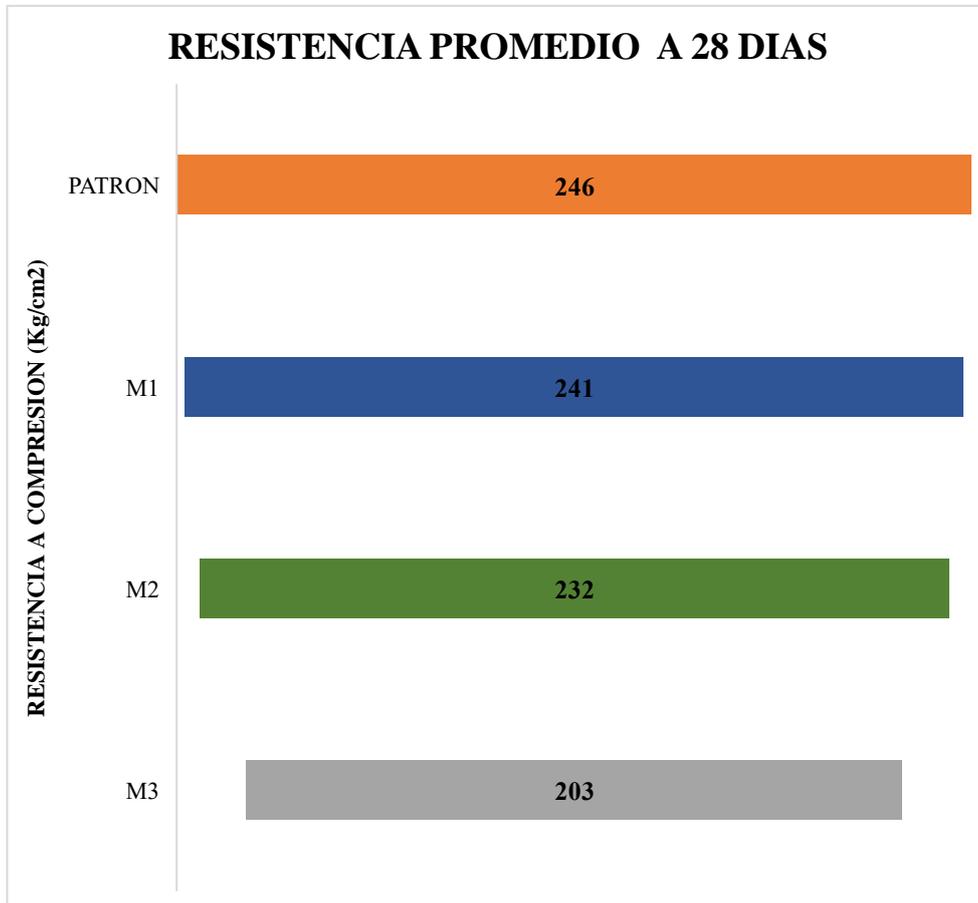
MP-09	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	399.00	254	
M1-07	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	419.36	242	
M1-08	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	424.06	245	241
M1-09	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	411.68	237	
M2-07	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	376.12	217	
M2-08	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	401.17	231	232
M2-09	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	431.00	249	
M3-07	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	362.44	209	
M3-08	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	337.97	195	203
M3-09	28	f'c=210 Kg/cm2	15	176.7	355.16	205	

Nota: Elaboración propia

De acuerdo con las regulaciones, la resistencia a la compresión del concreto debe llegar al 100% de su capacidad total a los 28 días, lo que equivale a una resistencia mínima de 210 kg/cm². Se destaca que tanto el concreto estándar como la mezcla que incorpora un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso cumplen con estos estándares, mientras que las mezclas con mayores proporciones de ceniza de cascarilla de arroz y yeso cumplen con los criterios establecidos, acercándose a la resistencia del concreto control.

Figura 4.

Comparación de resistencia a compresión a los 28 días



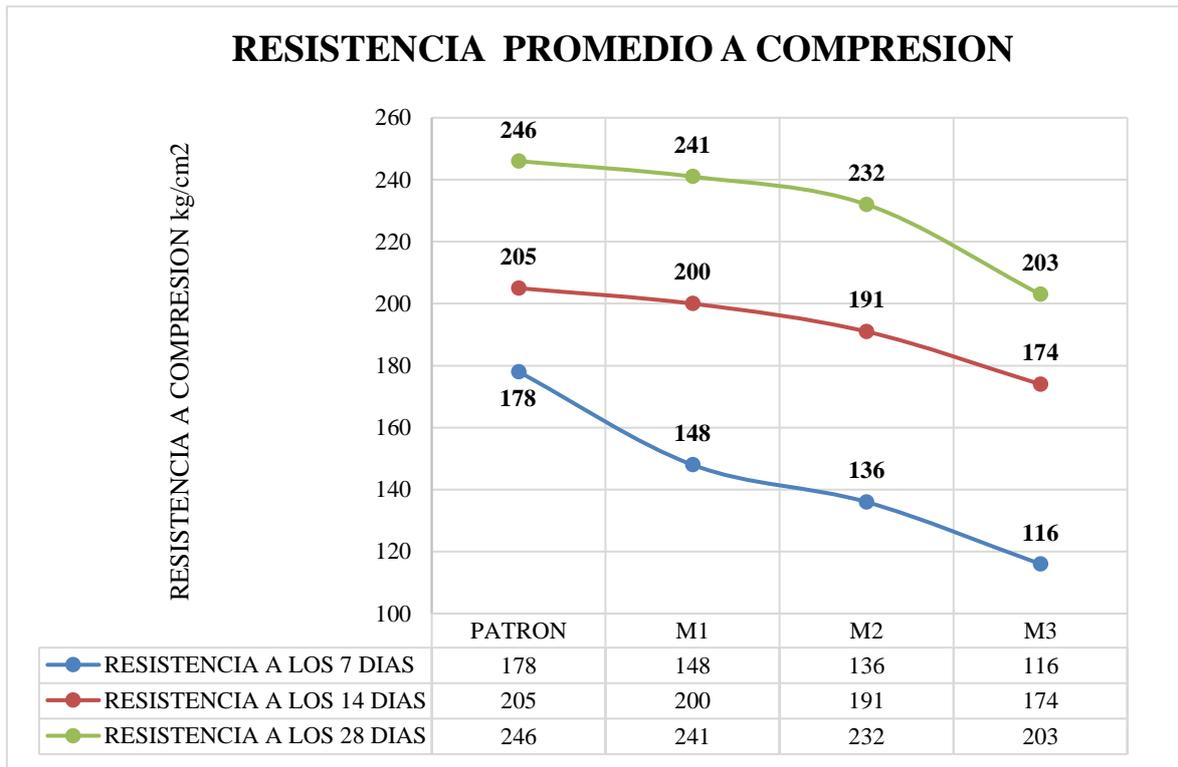
Nota: Elaboración propia

La figura 4 sugiere que, al reemplazar hasta el 10%, 12%, 14% del cemento con ceniza de cascarilla de arroz y un 5%, 6%, 7% de yeso en el concreto convencional, se logra superar la resistencia anticipada a los 28 días.

Comparando los resultados de la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días entre los diseños con un reemplazo del 10% de ceniza de cascarilla de arroz con un 5% de yeso, un 12% de ceniza de cascarilla de arroz con un 6% de yeso y un 14% de ceniza de cascarilla de arroz con un 7% de yeso, se observa lo siguiente:

Figura 5.

Evolución de la resistencia a compresión del concreto



Nota: Elaboración propia

Según la representación figura 5, a los 7 días, las probetas sometidas a ensayos, tanto las del concreto sin adición como aquellas con diferentes porcentajes de adición, alcanzaron una resistencia del 70 % de diseño de 210 kg/cm², conforme a la normativa vigente para ese período. No obstante, al comparar el concreto estándar (patrón) la cual registró un $f^c = 178$ kg/cm² demostró una buena resistencia, seguido del concreto con adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz y 5% de yeso, la cual registró un $f^c = 148$ kg/cm². Estos resultados destacan como los más elevados entre las mezclas, ya que las adiciones del 12% de ceniza de cascarilla de arroz con 6% de yeso obtuvieron un $f^c = 136$ kg/cm², y la mezcla con adición del 14% de ceniza de cascarilla de arroz con 7% de yeso registró un $f^c = 116$ kg/cm²; ambas mostraron una disminución significativa en resistencia a los 7 días.

En cuanto a la compresión del concreto a los 14 días la normativa establece una resistencia al 85 % de su resistencia de diseño 210 kg/cm², las probetas ensayadas evidenciaron un aumento en la resistencia, siendo la mezcla de concreto sin adición (patron), con $f^c= 205$ kg/cm² la de mayor resistencia. Le siguen la mezcla de concreto con adición del 10% de ceniza de cascarilla de arroz y 5% de yeso la de mayor resistencia, con un $f^c= 200$ kg/cm², la mezcla con adición del 12% de ceniza de cascarilla de arroz y 6% de yeso, con $f^c= 191$ kg/cm², y, finalmente, la mezcla con adición del 14% de ceniza de cascarilla de arroz y 7% de yeso, con $f^c= 174$ kg/cm².

En relación con la adición del 14% de ceniza de cascarilla de arroz con 7% de yeso, se observa que presenta una resistencia menor.

Diseño de mezcla

En cumplimiento de nuestro tercer objetivo se llevó a cabo la formulación de la mezcla a continuación con el fin de examinar el concreto en sus estados fresco, endurecido y determinar cuál sería el porcentaje ideal de adición de ceniza de cascarilla de arroz con yeso, ajustándose a los parámetros establecidos por la normativa. Los resultados de esta formulación se presentan en la tabla siguiente.

Tabla 14.

Diseño de mezcla con adiciones de ceniza de cascarilla de arroz con yeso con porcentajes a evaluar en estado fresco y estado endurecido.

<i>Muestra</i>		<i>Cemento</i>	<i>Arena gruesa</i>	<i>Piedra chancada</i>	<i>Agua</i>	<i>CCA</i>	<i>Yeso</i>
<i>Descripción</i>	<i>Código</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>	<i>Litro</i>	<i>kg</i>	<i>kg</i>
<i>Concreto patrón</i>	CP	20.27	51.71	43.42	11.81	0	0
<i>Concreto con 10% de ceniza</i>	10% Cca -	17.23	51.71	43.42	11.81	2.03	1.01

<i>de cascarilla de arroz con 5% de yeso</i>	5% Yeso						
<i>Concreto con 12% de ceniza de cascarilla de arroz con 6% de yeso</i>	12% Cca - 6% Yeso	16.62	51.71	43.42	11.81	2.43	1.22
<i>Concreto con 14% de ceniza de cascarilla de arroz con 7% de yeso</i>	14% Cca - 7% Yeso	16.01	51.71	43.42	11.81	2.84	1.42

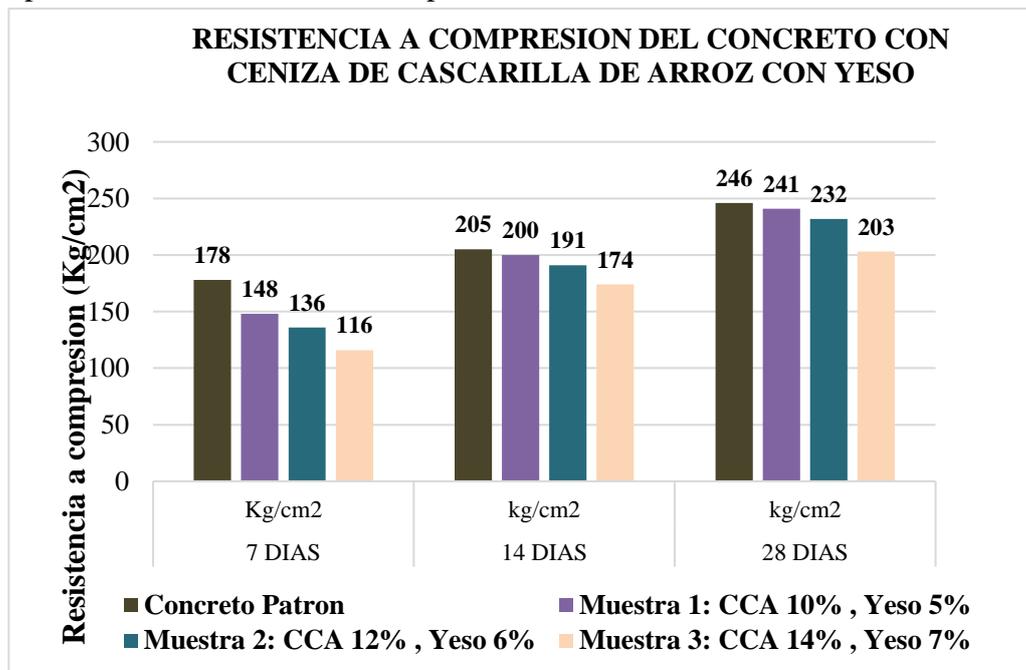
Nota: Elaboración propia

En la tabla 14, se muestran las distintas proporciones empleadas en nuestro diseño de mezcla. Se evidencia la presencia de un concreto patron junto con diferentes incorporaciones de ceniza de cascarilla de arroz y yeso.

Haciendo un análisis comparativo de todos los resultados obtenidos del ensayo a compresión del concreto en su estado endurecido tenemos la siguiente figura:

Figura 6.

Comparativa de la resistencia a compresión del concreto



Nota: Elaboración propia

En resumen, se puede afirmar que la mezcla de concreto patrón logró una alta resistencia, seguida por la mezcla con la adición de 10% de ceniza de cascarilla de arroz y 5% de yeso, y la mezcla con 12% de ceniza de cascarilla de arroz y 6% de yeso. Se concluye que la primera proporción alcanzó la resistencia más óptima, superando a las demás combinaciones.

4.2. Contrastación de hipótesis

Apoyándonos del software IBM SPSS, usaremos para contrastar las siguientes hipótesis.

Concreto en estado fresco

Hipótesis Nula (H_0): El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ produce un mejor desempeño en estado fresco.

Hipótesis Alternativa (H_1): El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ no produce un mejor desempeño en estado fresco.

Tabla 15.

Modelo de regresión lineal para evaluación del concreto en estado fresco

Modelo	R	R cuadrado (R^2)	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en F	Significancia en cambio F
1	,642 ^a	,413	,354	2,02606	7.028	0.024

a. Predictores: (Constante), yeso, cca

Nota: Elaboración propia

El análisis de regresión lineal muestra que el modelo es significativo para predecir el desempeño del concreto en estado fresco en función de las variables independientes. El coeficiente de determinación (R^2) es 0.413, lo que indica que aproximadamente el 41.3% de la variabilidad en el desempeño del concreto en estado fresco se explica por las variables independientes del modelo.

El error estándar de la estimación es 2.02606, lo que sugiere la cantidad promedio de error en las predicciones del modelo. El cambio en R^2 del modelo es 0.413, y la prueba F muestra un valor significativo de 7.028 con un valor p de 0.024, lo que indica que el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo y que las variables independientes tienen un impacto relevante en el desempeño del concreto.

Tabla 16.

Prueba Anova para el desempeño del concreto en estado fresco

	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
	Regresión	28,851	1	28,851	7,028	,024 ^b
1	Residuo	41,049	10	4,105		
	Total	69,900	11			

a. Variable dependiente: Desempeño_estado_fresco

b. Predictores: (Constante), yeso, cca

Nota: Elaboración propia

El valor F del modelo es 7.028, con un valor p de 0.024. Este valor p es menor que 0.05, lo que indica que el modelo de regresión es estadísticamente significativo. Esto significa que el modelo en su conjunto explica una parte significativa de la variabilidad en el desempeño del concreto en estado fresco.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y rechaza la alternativa, y al menos una de las variables independientes (CCA, Yeso) tiene un efecto significativo sobre el desempeño del concreto en estado fresco.

Concreto en estado endurecido

Hipótesis Nula (H_0): El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ produce un mejor desempeño en estado de endurecimiento.

Hipótesis Alternativa (H_1): El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ no produce un mejor desempeño en estado de endurecimiento.

Tabla 17.

Modelo de regresión lineal para evaluación del concreto en estado endurecimiento

Modelo	R	R cuadrado (R ²)	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Cambio en F	Significancia en cambio F
1	,961 ^a	,923	,894	13,36573	31,934	0.000

a. Predictores: (Constante), Dia de curado (7,14,28 días), Muestras de concreto, yeso, cca

Nota: Elaboración propia

El modelo de regresión lineal muestra una alta correlación $R = 0.961$ y un excelente ajuste $R^2 = 0.923$, indicando que el 92.3% de la variabilidad en la resistencia del concreto es explicado por el modelo. El modelo es estadísticamente significativo ($p < 0.001$), lo que

confirma que las variables independientes (Día de curado, Muestra de concreto, Porcentaje de Yeso, Porcentaje de Cca) tienen un impacto importante en la resistencia del concreto.

Tabla 18.

Prueba Anova para el desempeño del concreto en estado fresco

	Modelo	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	17114,524	3	5704,841	31,934	,000 ^b
	Residuo	1429,143	8	178,643		
	Total	18543,663	11			

a. Variable dependiente: Resistencia del concreto(kg/cm²)

b. Predictores: (Constante), Dia de curado (7,14,28 días), Muestras de concreto, yeso, cca

Nota: Elaboración propia

El análisis ANOVA muestra que el modelo de regresión es estadísticamente significativo ($p = 0.000$), el valor F del modelo es 31,934 con un valor p de 0.000. Este valor p es menor que 0.05, lo que indica que el modelo de regresión es estadísticamente significativo. Esto significa que el modelo en su conjunto explica una parte significativa de la variabilidad en el desempeño del concreto en estado fresco.

Por lo que se acepta la hipótesis nula y rechaza la alternativa, ya que indica que las variables independientes (Día de curado, Muestra de concreto, Porcentaje de Yeso, Porcentaje de Cca) tienen un impacto significativo en la resistencia del concreto.

Porcentaje ideal para el diseño del concreto.

Hipótesis Nula (H_0): El efecto del yeso al 5% y ceniza de cascarilla de arroz al 10% para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ será el porcentaje ideal para el diseño del concreto.

Hipótesis Alternativa (H_1): El efecto del yeso al 5% y ceniza de cascarilla de arroz al 10% para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ no será el porcentaje ideal para el diseño del concreto.

Utilizaremos la prueba t de Student para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de dos grupos o entre una media de muestra y una media poblacional conocida.

Tabla 19.

Estadísticas para una muestra para el porcentaje ideal

	N	Media	Desv. Desviación	Desv.Error promedio
Resistencia del concreto para mezcla con yeso al 5% y ceniza al 10%	3	241,3333	4,04145	2,33333

Nota: Elaboración propia

Tabla 20.

Prueba para una muestra para el porcentaje ideal

	Prueba para una muestra					Valor de prueba = 210	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
					Inferior	Superior	
Resistencia del concreto para mezcla con yeso al 5% y ceniza al 10%	13,429	2	,005	31,33333	21,2938	41,3729	

Nota: Elaboración propia

Con base en los resultados, el valor p de 0,005 es significativamente menor que el nivel de significancia de 0,05, lo que indica que la diferencia entre la media de la muestra 241,3333 kg/cm² y el valor objetivo 210 kg/cm² es estadísticamente significativa.

La diferencia de medias de 31,3333 kg/cm² muestra que la resistencia promedio de la mezcla con yeso al 5% y ceniza al 10% es considerablemente mayor que el valor objetivo.

El intervalo de confianza sugiere que la verdadera diferencia en la resistencia está entre 21,2938 kg/cm² y 41,3729 kg/cm², lo que refuerza la conclusión de que la mezcla supera el valor objetivo de 210 kg/cm².

Dado que el valor p es significativamente menor que el nivel de significancia de 0,05, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. Esto significa que hay una diferencia estadísticamente significativa entre la resistencia promedio del concreto con yeso al 5% y ceniza al 10% y el valor objetivo de 210 kg/cm².

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

La investigación realizada por Rodríguez & Tibabuzo en 2019 tuvo como objetivo principal analizar la viabilidad de utilizar ceniza de cascarilla de arroz originaria de la región de los llanos orientales como un aditivo al cemento en mezclas de concreto hidráulico. Según los resultados obtenidos, se sustituyó el 10% del contenido de cemento en la mezcla de hormigón por ceniza de cascarilla de arroz, en las etapas de evaluación

convencionales (7, 14 y 28 días), se observó que el concreto experimentaba un incremento del 10% en su capacidad de resistencia a la compresión en comparación con la mezcla estándar. Además, en esta investigación destacó que al agregar un 10% de ceniza de cascarilla de arroz con un 5% de yeso al concreto, supera la resistencia de diseño establecida, resultados que son similares a los obtenidos en el estudio de Rodríguez & Tibabuzo. Sin embargo, Carlos (2023) sugiere que los resultados más beneficiosos se logran con una dosis menor del 5%, evidenciando un aumento del 5,99%, respecto al concreto patrón, a los 28 días.

De acuerdo con la investigación de De La Cruz Vega et al. (2022), se evaluó la resistencia del concreto en estado endurecido al incorporar desechos de conchas de moluscos y material de yeso. Los resultados indicaron que es factible utilizar desechos de conchas de moluscos y yeso en proporciones del 5% cada uno durante la fabricación del concreto, alcanzando una resistencia a la compresión de 222 kg/cm² después de 28 días, en comparación con los 210 kg/cm² del concreto convencional. En línea con nuestra investigación, se obtuvieron resultados similares al adicionar un 5% de yeso y un 10% de ceniza de cascarilla de arroz, logrando una resistencia a la compresión de 241 kg/cm². Esto subraya la importancia del yeso como un componente clave que contribuye al aumento de la resistencia del concreto, respaldando la validez de ambos estudios. Por otro lado, la investigación de Quispe (2023) también destaca el impacto positivo de la adición de ceniza de tusa de maíz y yeso en las propiedades mecánicas del concreto. Sin embargo, en contraste, Carrillo (2021) señala que la porosidad del yeso puede impedir la adecuada conglomeración de las materias primas, produciendo un material inconsistente y de menor resistencia. Este hallazgo es congruente con el de Sotomayor (2019), quien concluye que la resistencia a la compresión del concreto disminuye con la adición de yeso.

La investigación llevada a cabo por Dávila y Tirado en 2020 tuvo como objetivo principal evaluar los efectos de la adición de ceniza de cascarilla de arroz (CCA) en las propiedades mecánicas de un concreto hidráulico destinado a pavimento rígido. Los resultados obtenidos indicaron que la resistencia a la compresión alcanza su máximo al incorporar un 15% de CCA, superando significativamente al diseño estándar. También se observó que la resistencia del concreto puede mejorarse al añadir un 10% de ceniza de cascarilla de arroz con un 5% de yeso en comparación con el diseño convencional. Sin embargo, se notó que agregar más ceniza de cascarilla de arroz con yeso resulta en disminución de la resistencia a la compresión para la que fue diseñada.

En un estudio similar, Romero y Urueta (2021) investigaron los efectos de la ceniza de cascarilla de arroz en la matriz de concreto hidráulico, concluyendo que el porcentaje óptimo para reemplazar el cemento con ceniza de cascarilla de arroz se sitúa entre el 10% y el 20% en la mezcla de concreto. De manera consistente, la investigación de Romero y Tambo (2022) también señala que la sustitución del cemento por sílice de cascarilla de arroz en un rango del 10% al 20% mejora la resistencia del concreto. Comparando estos hallazgos con nuestros propios resultados, podemos afirmar que el porcentaje óptimo de ceniza de cascarilla de arroz es del 10%, complementado con un 5% de yeso. Sin embargo, se observó una disminución en la resistencia a la compresión al incrementar el porcentaje de adición más allá de estos niveles. Estos resultados son consistentes con los hallazgos de López y Salcedo (2021), quienes también exploraron la mejora de las propiedades mecánicas del hormigón mediante la incorporación controlada de ceniza de cascarilla de arroz. En su estudio, la introducción de un 10% de ceniza generó un aumento en la resistencia a la compresión del hormigón a los 28 días, lo que refuerza la similitud de los resultados obtenidos en investigaciones previas.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

En relación con el primer objetivo específico, después de analizar los resultados del ensayo de asentamiento, se ha determinado que la mezcla de concreto que contiene un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso presenta una mayor fluidez en comparación con las otras mezclas con adiciones. Por lo tanto, se concluye que esta combinación es la más adecuada, ya que ofrece una consistencia plástica y manejable.

En relación con el segundo objetivo específico, el análisis de los resultados del ensayo de compresión muestra que la formulación de concreto que contiene un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso presenta una resistencia superior en comparación con las otras dos mezclas. Aunque las dos primeras combinaciones también superaron la resistencia mínima estipulada por la normativa, que es de 210 kg/cm², al igual que el concreto patrón, es importante señalar que las formulaciones con un 12% y 14% de ceniza de cascarilla de arroz, junto con un 6% y 7% de yeso, respectivamente, no presentan una consistencia fluida.

Por lo tanto, se concluye que la combinación de 10% de ceniza de cascarilla de arroz y 5% de yeso no solo proporciona una buena resistencia, sino que también ofrece una mayor facilidad de manejo en comparación con las otras mezclas.

En relación con el tercer objetivo específico, que busca determinar el porcentaje óptimo de integración de ceniza de cascarilla de arroz y yeso en el diseño de concreto, se puede decir que, aunque estadísticamente no se considera el porcentaje ideal debido a que supera la resistencia de diseño, visualmente y de acuerdo con los resultados obtenidos, este

porcentaje no alcanza a superar la resistencia del control. Sin embargo, la primera combinación, que contiene un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso, se muestra como una alternativa viable debido a su buena trabajabilidad y resistencia.

Aunque la segunda combinación, con un 12% de ceniza de cascarilla de arroz y un 6% de yeso, también supera la resistencia de diseño, presenta problemas de manejabilidad. Por lo tanto, se concluye que la primera combinación destaca como el porcentaje ideal debido a sus mejores características en términos de rendimiento y facilidad de uso. Los resultados indican que, a medida que se incrementa el porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz con yeso, la mezcla tiende a perder resistencia y disminuye su trabajabilidad.

6.2. Recomendaciones:

Sobre el primer objetivo específico, tras analizar los resultados del ensayo de asentamiento, se ha observado que la mezcla de concreto que incluye un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso presenta una mayor fluidez en comparación con otras composiciones que contienen cantidades más elevadas de ceniza de cascarilla de arroz con yeso. Se recomienda para futuras investigaciones considerar proporciones más bajas, ya que el aumento de las cantidades conlleva a una pérdida de fluidez del concreto, resultando en una menor trabajabilidad.

En relación al segundo objetivo específico, al examinar los resultados del ensayo de compresión, se ha notado que la composición de concreto que incorpora un 10% de ceniza de cascarilla de arroz y un 5% de yeso muestra una resistencia superior en comparación con otras mezclas adicionales. Por consiguiente, se recomienda la utilización de la primera combinación debido a su resistencia y facilidad de manipulación. No obstante, es crucial

verificar siempre si la máquina compresora de concreto cuenta con el certificado de calibración actualizado antes de llevar a cabo el ensayo de compresión.

Con respecto al tercer objetivo específico, cuyo propósito es establecer el porcentaje ideal de incorporación de ceniza de cascarilla de arroz con yeso en la elaboración de concreto, se sugiere que la primera adición sea la más adecuada, ya que ofrece una mayor manejabilidad y resistencia.

REFERENCIAS

7.1. Fuentes documentales

- Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación Hernandez Sampieri 6a Edición*. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hidalgo Ortega, J. (s.f.). *Guía De Investigación Para Optar El Grado Académico Y Título*. Tesis. . 2008. Lima: FECAT.
- Lezama Leiva, J. (1996). *Tecnología del concreto*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ortega García, J. E. (2015). *Diseño de estructuras de Concreto Armado*. Macro .
- Pasquel Carbajal, E. (1992). *Tópicos de tecnología del concreto* (1era ed.). Colegio de Ingenieros del Perú.
- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto* (2da ed.). Colegio de Ingenieros del Perú.
- Popovics, S. (1992). *Concrete Materials, Second Edition: Properties, Specifications, and Testing* (2 ed.). William Andrew.

7.2. Fuentes bibliográficas

- Avalos Esquivel, G. A., & Saldaña Costa, A. F. (2012). *Efecto del contenido de sílice amorfa en la ceniza de la cáscara de arroz sobre la resistencia a la compresión en morteros de cemento portland y porosidad y absorción en concretos de cemento portland*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional. dspace.unitru.edu.pe/items/478f268d-34df-4713-8ba5-01d0f81f965f
- Cerón Silva, S. A. (2011). *Uso eficiente de la cascarilla del arroz mediante la implantación de un sistema de comercialización orientado al sector público y privado en el cantón de Babahoyo*[tesis de pregrado,UTB]. Repositorio Institucional. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/106>

- Chan, P. (1993). Quantitative analysis of aggregate shape based on fractals. . *ACI Materials journal*, 90(4), 357.
- Carlos Sanchez, J. L. (2023). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con el uso de cenizas de cascara de arroz y fibras de palmera.*[Tesis de pregrado,Universidad Señor de Sipán]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/10674>
- Carrillo Bravo, J. S. (2021). *Influencia de la incorporación de yeso residual en las propiedades químicas y mecánicas del concreto simple.*[Tesis de pregrado,Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11634/34848>
- Davila Tantalean, J. S., & Tirado Teatino, J. M. (2020). *Influencia de la adición de ceniza de cascarilla de arroz en las propiedades mecánicas de un concreto hidráulico para un pavimento rígido, Trujillo 2020*[Tesis de pregrado,Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11537/26486>
- De La Cruz Vega, S. A., La Borda Dueñas Tovar, L. A., Mendoza Flores, C. M., & Garrido Oyola, J. A. (2022). Resistencia a compresión simple del concreto con yeso y residuos de conchas de abanico. *Revista Boliviana de Química*, 39(1), 1-9. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.39.1.1>
- Iglesias Valdivia, F. A., & Yupanqui Quenta, R. E. (s.f.). Utilización de la Ceniza de Cáscara de Arroz del Valle de Majes Como Adición Al Cemento para la Elaboración de Concreto con Resistencias 140 Kg/Cm², 175 Kg/Cm², 210 Kg/Cm², 280 Kg/Cm² y 350 Kg/Cm² en la Ciudad de Arequipa[Tesis de pregrado,UCSM. 2016. Repositorio Institucional. repositorio.ucsm.edu.pe/items/9467de4d-1e19-45fb-a9bc-48e12b0638cf
- Juárez Quevedo, B. M. (2012). *La utilización de Cáscara de Arroz bajo el proceso de calcinación controlada como puzolana artificial en el diseño de morteros para acabados*[Tesis de pregrado,Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Institucional. biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3424_C.pdf
- López Chiroque, M. L., & Salcedo Perez, K. A. (2021). *Comportamiento Mecánico de Concreto con Adición de Ceniza de Cascarilla de Arroz*[Tesis de pregrado,Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4956?show=full>
- Martinez Urtecho, F. A., & Oyanguren Gallo, L. J. (s.f.). Diseño y evaluación de concreto especial con cenizas de cáscara de arroz (RHA) para aumentar la durabilidad de las estructuras frente a la exposición al ambiente marino[Tesis de pregrado;UPC]. 2019. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/10757/628220>

- Mimbela Orderique, F., Muñoz Perez, S., & Rodríguez Lafitte, E. (2021). Uso de Ladrillos Triturados en Concreto: Una Revisión Literaria. *Revista Politécnica*, 17(34), 82-100. www.redalyc.org/journal/6078/607869210006/movil/
- Morillos Verástegui, J. V. (2021). *Influencia de la adición de cenizas de cascarilla de arroz en la resistencia mecánica de los ladrillos de concreto*[Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional. repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4143
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista ingeniería de construcción*, 33(2), 161-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>.
- Pérez Zumaeta, E. A., & Ochoa Ramírez, J. A. (2021). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un mortero adicionado con ceniza de cáscara de arroz con respecto a un mortero patrón de calidad $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio Institucional. repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4819
- Prada, A., & Cortés, C. E. (2010). La Descomposición Térmica de la Cascarilla de Arroz: Una Alternativa de Aprovechamiento Integral. *Revista ORINOQUIA*, 14(1), 155-170. www.scielo.org.co/pdf/rori/v14s1/v14s1a13.pdf
- Quispe Ito, K. E. (2022). *Aplicación de la mezcla mortero y yeso como alternativa de contención de aguas del nivel freático en cimentaciones superficiales, 2022*[Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/109537
- Quispe Rodriguez, F. J. (2023). *Adición de ceniza de tusa de maíz (zea mays) y yeso para mejorar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, Chimbote - 2023.*[Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/142377>
- Robayo, R., Matthey, P., & Delvasto, S. (1 de Agosto de 2013). *Comportamiento mecánico de un concreto fluido adicionado con ceniza de cascarilla de arroz (CCA) y reforzado con fi bras de acero*. *Revista de la construcción*, 12(2), 139-151: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-915X2013000200011
- Rodríguez, A., & Tibabuzo, M. (2019). *Evaluación de la ceniza de cascarilla de arroz como suplemento al cemento en mezclas de concreto hidráulico*[Tesis de pregrado, Universidad Santo Tomas]. Repositorio institucional. <http://hdl.handle.net/11634/15589>
- Santa Cruz Balta, N. M. (2001). *Influencia de la cantidad de agregado más fino que pasa la malla n° 100 en la resistencia mecánica del concreto de baja y mediana*

resistencia fabricado con cemento tipo I Andino[Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]. Repositorio Institucional.
hdl.handle.net/20.500.14076/4330

Santillan, V., & Chervaz, F. (2014). Actividad puzolánica de cenizas de cáscara de arroz. Estudio de factibilidad en el empleo como adición para el cemento. *Investigacion Cientifica*. Santa Fe, Argentina. es.scribd.com/document/376100225/ceniza-cascara-pdf

Sotomayor Castillo, A. A. (2019). *Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla.*[Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/140177>

Tambo Galeano, W. D., & Romero Bernal, H. A. (2022). *Valoración de la aportación a la resistencia en compresión del concreto de la sílice obtenida de la cascarilla de arroz.*[Tesis de pregrado, Universidad Antonio Nariño]. Repositorio Institucional, Colombia. <https://repositorio.uan.edu.co/server/api/core/bitstreams/caf1bc3c-361a-485c-9375-5873465c19de/content>

Uribe, R. (1991). El control de calidad en los agregados para concreto 3a parte. *Construcción y tecnología*, 40, 34.

7.3. Fuentes electrónicas

ASTM C618 . (2014). *ASTM Internacional C618: Especificación para Cenizas de Carbón y Puzolana Natural Cruda o Calcinada para Uso en Hormigón*. Scribd:
es.scribd.com/document/464922860/Astm-c618-19-Spanish

Abanto Castillo, F. (1997). *Tecnología del Concreto*. San Marcos E.I.R.L.
pdfcoffee.com/tecnologia-del-concreto-flavio-abanto-5-pdf-free.html

Chavez Cachay, S. (2003). *Concreto Armado*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. <https://pdfcoffee.com/libro-de-concreto-armado-santiago-chavez-cachaypdf-8-pdf-free.html>

- Consejería de Fomento, Infraestructuras y Ordenación del Territorio-Junta de Andalucía. (2022). *Manual de Control de Calidad de Ensayos de Hormigón*. ANEFHOP: https://www.anefhop.com/wp-content/uploads/2022/06/20220519_Manual_del_Laborante.pdf
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo Editorial - Pucp. www.cozing.com.bo/uploads/document/file/10/15609653611399.pdf
- Hidalgo Ortega, J. (s.f.). *Guía De Investigación Para Optar El Grado Académico Y Titulo. Tesis. . 2008*. Lima: FECAT.
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. PCA. www.academia.edu/33383752/Dise%C3%B1o_Y_Control_De_Mezclas_De_Concreto_Steven_H_Kosmatka_Beatrice_Kerkhoff_and_William_C_Panarese_1ra_Edici%C3%B3n
- Laura Huanca, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36109703/disenodemezclasconcreto-libre.pdf?1420062739=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DTolerance_and_cross_tolerance_to_the_res.pdf&Expires=1718041224&Signature=A3s2lnmlBu6ujFJVOP7FxNMBd1edBY4c2Bd
- Madrigal Calderón, J. (junio de 2010). *Teoría Ética Utilitarista y Trabajo Social*. <https://www.margen.org/suscri/margen58/madrigal.pdf>
- Mc Cormac, J., & Brown, R. (2017). *Diseño de Concreto Reforzado*. Alfaomega Grupo Editor,S.A. www.libreriaingeniero.com/2017/09/disenodeconcreto-reforzado-jack-c-mccormac-brown.html
- National Ready Mixed Concrete Association. (08 de 2016). *CIP-35 - Prueba de Resistencia a la Compresión del Concreto*. Carolinas Ready Mixed Concrete Association: www.crmca.com/wp-content/uploads/2016/08/CIP-35-Spanish.pdf
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., & Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista ingeniería de construcción*, 33(2), 161-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>.
- Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G. (2009). *Manual del Concreto Estructural* (3era ed.). Caracas: Sidetur. www.libreriaingeniero.com/2017/09/manual-del-concreto-estructural-joaquin-porrero.html
- Portugal Barriga, P. (2007). *Tecnología del Concreto de Alto Desempeño* (1 ed.). Paris. www.libreriaingeniero.com/2020/12/tecnologia-del-concreto-de-alto-desempeno-pablo-portugal-barriga.html

Rivva López, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. ACI - Perú.
es.scribd.com/doc/298319772/Materiales-Para-El-Concreto-Enrique-Rivva-Lopez

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2020). *Norma E.060 Concreto armado*. <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

ANEXO

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general		<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de yeso Incorporación de ceniza de cascarilla de arroz 	<ul style="list-style-type: none"> Porcentaje de adición de yeso en relación con el peso del cemento. Porcentaje de adición de ceniza de cascarilla de arroz en relación con el peso del cemento.
¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho – Huaura, 2023?	Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho – Huaura, 2023.	El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz produce un mejor desempeño en las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$.	Variable independiente: Efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz		
Problemas específicos	Objetivos específicos.	Hipótesis específicas		<ul style="list-style-type: none"> Propiedades físicas: Concreto en estado fresco 	<ul style="list-style-type: none"> Slump: Asentamiento (pulg.)
¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado fresco, Huacho – Huaura, 2023?	Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado fresco, Huacho – Huaura, 2023.	El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ produce un mejor desempeño en estado fresco.			
¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado de endurecimiento, Huacho – Huaura, 2023?	Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ en estado de endurecimiento, Huacho – Huaura, 2023.	El efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ produce un mejor desempeño en estado de endurecimiento.	Variable dependiente: Propiedades mecánicas del concreto	<ul style="list-style-type: none"> Propiedades mecánicas: Concreto en estado endurecido 	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia a compresión (kg/cm^2)
¿Cuál es el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz tiene un porcentaje ideal para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho – Huaura, 2023?	Determinar el efecto del yeso y ceniza de cascarilla de arroz para obtener el porcentaje ideal para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$, Huacho – Huaura, 2023.	El efecto del yeso al 5% y ceniza de cascarilla de arroz al 10% para analizar propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ será el porcentaje ideal para el diseño del concreto.		<ul style="list-style-type: none"> Diseño de mezcla 	<ul style="list-style-type: none"> Análisis granulométrico Contenido de humedad Peso específico y absorción. Peso unitario seco y compactado
	Método y Diseño		Población y muestra	Técnica e instrumentos	
Enfoque: Diseño:	Cuantitativa Experimental		Población: 36 probetas Muestra: 36 probetas Muestreo no probabilístico	Técnica: observación directa y anotación Instrumento: formato de ensayos de laboratorio	

ANEXO 2: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso y Fino de la Cantera de Acaray

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865			
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F C=210 KG CM2, HUACHO- HUAURA, 2023			
SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN			
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA			
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 27/09/2023		FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 28/09/2023	

INFORME DE ENSAYO
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
 MTC E 204 - REF. NORM: NTP 400.012

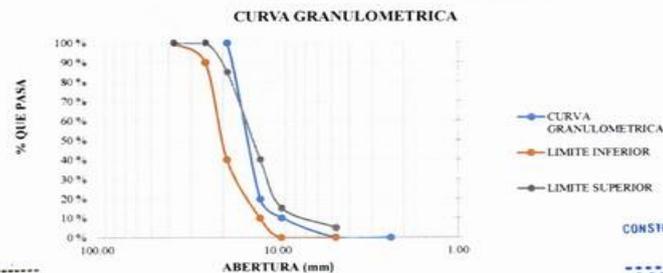
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO PARCIAL RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUEPASA
1 1/2"	33.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	4010.02	80.20	80.20	19.80
3/8"	9.525	483.23	9.66	89.87	10.14
N° 4	4.760	503.91	10.08	99.94	0.06
N° 8	2.300	2.84	0.06	100.00	0.00
FONDO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		5000.00			

GRAVAS:	4997.160	FINO:	2.840
----------------	----------	--------------	-------

MUESTRA INICIAL	5000.00	MUESTRA FINAL	5000.00
ERROR MAX ACEPTADO 0.3	15	% DE ERROR OBTENIDO	0.0000

Tamaño Maximo nominal = 1/2"
 Tamaño Maximo = 3/4"

AG. GRUESO - Analisis de Tamizado ASTM C33 / NTP 400.037				
HUSO 56				
TAMIZ		Limite Inferior (%)	Porcentaje que pasa (%)	Limite Superior (%)
Pulg.	mm			
1 1/2"	37.50	100	100.00	100
1"	25.00	90	100.00	100
3/4"	19.00	40	100.00	85
1/2"	12.50	10	19.80	40
3/8"	9.50	0	10.14	15
N° 4	4.75	0	0.06	5
N° 8	2.36		0.00	



Jose Luis Canari
JOSE LUIS CANARI PANICHAGUA
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C
JOSE LUIS CANARI PANICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 E 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 004405

PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, HUACHO- HUAURA, 2023

SOLICITANTE : FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN

UBICACIÓN : CANTERA ACARAY - HUAURA- LIMA

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 5/10/2023
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 6/10/2023

INFORME DE ENSAYO
ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO FINO
 MTC E 204 - REF. NORM: NTP 400.012

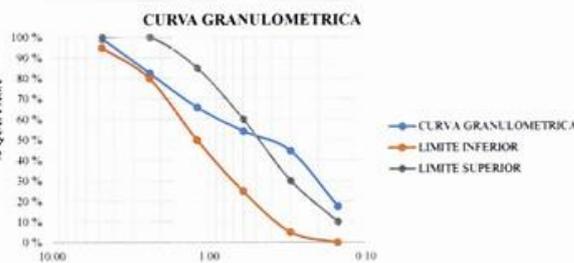
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO PARCIAL RETENIDO	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% ACUMULADO QUEPASA
N° 4	4.750	1.80	0.55	0.55	99.45
N° 8	2.300	55.50	16.82	17.36	82.64
N° 10	2.000	18.40	5.58	22.94	77.06
N° 16	1.180	36.90	11.18	34.12	65.88
N° 30	0.600	38.20	11.58	45.70	54.30
N° 40	0.426	12.30	3.73	49.42	50.58
N° 50	0.297	19.50	5.91	55.33	44.67
N° 100	0.150	89.30	27.06	82.39	17.61
N° 200	0.075	53.20	16.12	98.52	1.48
FONDO		4.90	1.48	100.00	0.00
TOTAL		330.00			

M. FINEZA 2.4 **FINO:** 330.000

MUESTRA INICIAL	330.00	MUESTRA FINAL	330.00
ERROR MÁX ACEPTADO(0.3%)	0.99	% DE ERROR OBTENIDO	0.0000

AG. FINO - Analisis de Tamizado ASTM C33 / NTP 400.037

TAMIZ	Limite inferior (%)	Porcentaje que pasa (%)	Limite Superior (%)
Pulg	mm		
N°4	4.75	95	99.45
N° 8	2.36	80	82.64
N°16	1.18	50	65.88
N°30	0.60	25	54.30
N°50	0.30	5	44.67
N°100	0.15	0	17.61



Luis C. B.
LUGGUIS GRADOS ASTUQUIPAH
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari
JOSE LUIS CANARI VICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 R#9 CIP N° 064405

ANEXO 3: Contenido de Humedad de los Agregados

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865	
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 , HUACHO - HUAURA, 2023		
SOLICITANTE : FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN		
UBICACIÓN : CANTERA ACARAY - HUAURA- LIMA		
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 24/10/2023 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 25/10/2023		

INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 204 - REF. NTP 339.185 - ASTM C566

Item	Descripcion	U.M	Prueba N°1	Prueba N°2	Prueba N°3
A	Peso recipiente	gr	228.2	224.5	294
B	Peso recipiente + muestra humeda	gr	2283	2254.3	2299.9
C	Peso recipiente + muestra seca	gr	2275.1	2245.5	2292.1
D	Peso de muestra humedad: Ph : D= B-A	gr	2054.8	2029.8	2005.9
E	Peso de muestra seca: Ps : E = C-A	gr	2046.9	2021	1998.1
F	Peso de agua : F = B-C	gr	7.9	8.8	7.8
G	Contenido de humedad : H	%	0.39	0.44	0.39
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)			0.40		



Luis E. A.
LUGGUA J. GRADOS ASTUQUIPAH
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CANARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 054405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 . HUACHO - HUAURA, 2023

SOLICITANTE : FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN

UBICACIÓN : CANTERA ACARAY - HUAURA - LIMA

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 24/10/2023
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 25/10/2023

INFORME DE ENSAYO
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO
MTC E 204 - REF. NTP 339.185 - ASTM C566

Item	Descripcion	U.M	Prueba N°1	Prueba N°2	Prueba N°3
A	Peso recipiente	gr	116.2	227	225.8
B	Peso recipiente + muestra humeda	gr	616.8	731.7	728
C	Peso recipiente + muestra seca	gr	613.5	727.8	724.9
D	Peso de muestra humedad: Ph : D= B-A	gr	500.6	504.7	502.2
E	Peso de muestra seca: Ps : E = C-A	gr	497.3	500.8	499.1
F	Peso de agua : F = B-C	gr	3.3	3.9	3.1
G	Contenido de humedad : H	%	0.66	0.78	0.62
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (%)			0.69		



Luis G. A.
LINGUA J. GRADOS ASTHQUIPAH
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CANARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

ANEXO 4: Peso Específico y Porcentaje de Absorción de los Agregados

 LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865			
PROYECTO :	EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C=210 KG/CM2. HUACHO- HUAURA. 2023		
SOLICITANTE:	FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN		
UBICACIÓN :	CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA		
FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	24/10/2023		
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO:	26/10/2023		

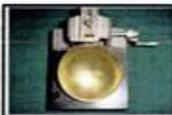
INFORME DE ENSAYO
PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO
MTC E 204 - REF. NORM: NTP 400.021 - ASTM C127

DESCRIPCION	U.M	PRUEBA I
PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO SSS AL AIRE	gr	2000.90
PESO DE LA MUESTRA SATURADA EN AGUA	gr	1317.53
VOLUMEN DE MASA - VOLUMEN DE VACIO	cm3	683.37
PESO DE LA MUESTRA SECADA EN EL HORNO AL AIRE	gr	1984.10
VOLUMEN DE MASA	cm3	666.57
PESO ESPECIFICO BASE SECA	gr/cm3	2.90
PESO ESPECIFICO BASE SATURADA	gr/cm3	2.93
PESO ESPECIFICO APARENTE BASE SECA	gr/cm3	2.98
ABSORCION	%	0.85



Luis B.A.
LUNGGU J. GRADOS ASTUQUIPAN
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.
Jose Luis Canari Radichagua
JOSE LUIS CANARI RADICHAGUA
 REGISTRADO DE CONSULTOR
 C 84792
 INGENIERO CIVIL
 R.U.C. CIP N° 064405



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F' C=210 KG CM2. HUACHO- HUAURA, 2023

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN

UBICACIÓN : CANTERA ACARAY - HUAURA- LIMA

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 24/10/2023
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 26/10/2023

INFORME DE ENSAYO
PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO
MTC E 204 - REF. NORM: NTP 400.021 - ASTM C127

DESCRIPCION	U.M	PRUEBA
PESO DE LA MUESTRA EN ESTADO SSS AL AIRE	gr	500.60
PESO DEL FRASCO + AGUA HASTA LA MARCA 500 ml.	gr	703.70
PESO DEL FRASCO + AGUA+ PSSS	gr	1204.30
PESO DEL FRASCO + PSSS+ AGUA HASTA LA MARCA 500 ml	gr	1025.90
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACIO	cm ³	178.40
PESO SECO DEL SUELO	gr	494.60
VOLUMEN DE MASA	cm ³	6.00
PESO ESPECIFICO BASE SECA	gr/cm ³	2.77
PESO ESPECIFICO BASE SATURADA	gr/cm ³	2.81
PESO ESPECIFICO APARENTE BASE SECA	gr/cm ³	82.43
ABSORCION	%	1.21



Luis G. A.
LUGGUIS J. GRADOS ASTUQUIPAH
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Canari Ravichagua
JOSE LUIS CANARI RAVICHAGUA
 REGISTRO DE CONSULTOR
 C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405

ANEXO 5: Peso Unitario Seco y Compactado de los Agregados

	LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC CONSULTORIA N° C-64792 R.U.C. 20600141865	
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F C=210 KG/CM2, HUACHO- HUAURA, 2023		
SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN		
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA		
FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 24/10/2023 FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 25/10/2023		

INFORME DE ENSAYO PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO AGREGADO GRUESO MTC E 204 - REF. NORM: NTP 400.017 - ASTM C29
--

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
PESO RECIPIENTE + MUESTRA SUELTA	KG	26.95	27.65	27.25	
PESO RECIPIENTE + MUESTRA APISONADA	KG	31.35	31.05	30.10	
PESO RECIPIENTE	KG	8.3368	8.3368	8.3368	
PESO DE MUESTRA EN ESTADO SUELTO	KG	18.6132	19.3132	18.9132	
PESO DE MUESTRA EN ESTADO COMPACTADO	KG	25.0132	22.7132	21.7632	
VOLUMEN DE RECIPIENTE	M3	0.01639632	0.01639632	0.01639632	
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1135.21	1177.90	1153.50	1155.54
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m4	1403.56	1385.26	1327.32	1372.05



Luis G. A.
 LINGGUN J. GRADOS ASTURQUIPAH
 TÉCNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S A C

J. L. C.
 JOSÉ LUIS CANARI RAVICHAGUA
 REGISTRADO DE CONSULTOR
 C-64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 064405



PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F C=210 KG/CM2. HUACHO- HUAURA. 2023

SOLICITANTE : FALCON BARRERA. CHRISTIAN BRAYAN

UBICACIÓN : CANTERA ACARAY - HUAURA- LIMA

FECHA DE INICIO DE ENSAYO: 24/10/2023
FECHA DE CULMINACIÓN DE ENSAYO: 25/10/2023

INFORME DE ENSAYO
PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO AGREGADO FINO
MITC E 204 - REF. NORM: NTP 400.017 - ASTM C29

DESCRIPCION	UNIDAD	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PROMEDIO
PESO RECIPIENTE + MUESTRA SUELTA	KG	7.7824	7.8286	7.8424	
PESO RECIPIENTE + MUESTRA APISONADA	KG	8.3757	8.4147	4.85	
PESO RECIPIENTE	KG	2.6793	2.6793	2.6793	
PESO DE MUESTRA EN ESTADO SUELTO	KG	5.1031	5.1493	5.1631	
PESO DE MUESTRA EN ESTADO COMPACTADO	KG	5.6964	5.7354	2.171	
VOLUMEN DE RECIPIENTE	M3	0.003418053	0.003418053	0.003418053	
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3	1492.98	1506.50	1510.54	1503.34
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m4	1666.56	1677.97	635.16	1326.56



Luis G. B.
LINGGUA J. GRADOS ASTUDIPAH
 TECNICO LABORATORISTA
 MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

J. L. Canari
JOSE LUIS CANARI RAVICHAGUA
 REGISTRADO CONSULTOR
 N° C. 64792
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 004405

ANEXO 6: Diseño de Mezcla método ACI

Materiales a utilizar		
	Agredo fino	Agregado Grueso
Peso específico	2.77 g/cm ³	2.90 g/cm ³
Peso seco y compactado	1326.56 kg/m ³	1372.05 kg/m ³
Absorción	1.21%	0.85%
Contenido de Humedad	0.69%	0.40%
Módulo de fineza	2.35	-
Tamaño Máximo	-	1/2"
Cemento		
Tipo de cemento	Tipo I	
Peso específico	3.15 g/cm ³	
Agua		
Tipo de agua	Potable	
Características del concreto		
Tipo de concreto	para vigas y columnas	
Resistencia a compresión	210 kg/cm ²	
Resistencia a compresión promedio	294 kg/cm ²	

1) Resistencia Requerida Promedio

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

$$f'cr = 294.00 \text{ kg/cm}^2$$

2) Determinación del tamaño máximo del agregado grueso

$$T.m. = 1/2"$$

3) Selección del asentamiento

$$3" \text{ a } 4"$$

4) Cálculo de volumen unitario de agua

Agua de mezclado = 216.00 lt. /m³

5) Contenido de aire

Aire atrapado = 2.50 %

6) Relación agua cemento

a/c = 0.56

7) Factor cemento

C = 9.08 bolsas /m³

8) Contenido de agregado grueso

peso del agregado seco grueso = 823.23 kg/m³

9) Cálculo de volúmenes absolutos

Cemento:	0.12	m ³
Agua:	0.22	m ³
Aire:	0.03	m ³
Agregado grueso:	0.28	m ³
Total v. absolutos:	0.65	m ³

10) Contenido de agregado fino

Agregado fino:

Contenido de humedad=	0.69	%
Calculando humedad=	6.75	Kg/m ³
Peso af húmedo=	984.56	Kg/m ³

Agregado grueso:

Contenido de humedad=	0.40	%
Calculando humedad=	3.29	Kg/m ³
Peso ag húmedo=	826.52	Kg/m ³

Determinando humedad superficial:

Humedad superficial af:	-0.52	%
Humedad superficial ag:	-0.45	%

Aporte de humedad de los agregados:

Aporte af =	-5.08	lt/m ³
Aporte ag =	-3.70	lt/m ³
Total =	-8.79	lt/m ³
Agua efectiva =	224.79	lt/m ³

Peso de los materiales corregidos por humedad a emplear en la mezcla

13) Proporción en peso

Cemento:	386.00	Kg/m ³
Agua efectiva:	225.00	lt/m ³
Agregado fino:	985.00	Kg/m ³
Agregado grueso:	827.00	Kg/m ³
Cemento:	1.00	
Agregado fino:	2.55	
Agregado grueso:	2.14	
Agua efectiva:	24.79	

Tenemos la relación: 1.00 / 2.55 / 2.14 / 24.79

14) Peso por saco de 42.50 kg.

Cemento:	42.50	Kg/saco
Agregado fino:	108.38	Kg/saco
Agregado grueso:	90.95	Kg/saco
Agua efectiva:	24.79	Lt/saco

15) Cantidad de material para 9 probetas cilíndricas

Probetas patron

Cemento:	19.30	Kg
Agregado fino:	49.25	Kg
Agregado grueso:	41.35	Kg
Agua efectiva:	11.25	Lt

Con 5% de desperdicio:

Cemento:	20.27	Kg
Agregado fino:	51.71	Kg
Agregado grueso:	43.42	Kg
Agua efectiva:	11.81	Lt

Adición de ceniza de cascarilla de arroz con yeso

Para poder tomar una proporción adecuada se tomará el porcentaje del peso del cemento:

Muestra 1: CCA = 10%, yeso = 5%

Cca:	2.03	Kg
Yeso:	1.01	Kg
Cemento:	17.23	Kg
Agregado fino:	51.71	Kg
Agregado grueso:	43.42	Kg
Agua efectiva:	11.81	Lt

Muestra 2: CCA= 12%, yeso = 6%

Cca:	2.43	Kg
Yeso:	1.22	Kg
Cemento:	16.62	Kg
Agregado fino:	51.71	Kg
Agregado grueso:	43.42	Kg
Agua efectiva:	11.81	Lt

Muestra 3: CCA= 14%, yeso = 7%

Cca:	2.84	Kg
Yeso:	1.42	Kg
Cemento:	16.01	Kg
Agregado fino:	51.71	Kg
Agregado grueso:	43.42	Kg
Agua efectiva:	11.81	Lt

ANEXO 7: Resultados de las pruebas de compresión realizadas en el laboratorio en los períodos de 7, 14 y 28 días.

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS		CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC		CONSULTORIA N° C-64792		R.U.C. 20600141865															
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO																					
RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS																					
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22																					
SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN				Certificado : 1010-2023-LAB/MS-JONELTA																	
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2. HUACHO - HUAURA, 2023				Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN																	
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA				Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA																	
				Fecha Entrega : HUAURA, 10 DE NOVIEMBRE DEL 2023																	
1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilindrico																					
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023																					
3.0 RESULTADOS:																					
ESTRUCTURA :		CONCRETO PATRON																			
FECHA VACIADO:		03/11/2023																			
N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION												
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%										
MP-01	03-11-23	10-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	306.99	31.293	177	210	84										
MP-02	03-11-23	10-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	313.57	31.964	181	210	86										
MP-03	03-11-23	10-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	303.34	30.922	175	210	83										
OBSERVACIONES :																					
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>07 dias ≤ a</td> <td>70 % F'c</td> </tr> <tr> <td>14 dias ≤ a</td> <td>85 % F'c</td> </tr> <tr> <td>21 dias ≤ a</td> <td>92 % F'c</td> </tr> <tr> <td>28 dias ≤ a</td> <td>100 % F'c</td> </tr> </tbody> </table>												4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)		07 dias ≤ a	70 % F'c	14 dias ≤ a	85 % F'c	21 dias ≤ a	92 % F'c	28 dias ≤ a	100 % F'c
4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)																					
07 dias ≤ a	70 % F'c																				
14 dias ≤ a	85 % F'c																				
21 dias ≤ a	92 % F'c																				
28 dias ≤ a	100 % F'c																				
ELABORADO POR						APROBADO POR															
Nombre: LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN						Nombre: JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA															
Cargo: Tecnico Laboratorio						Cargo: Jefe Laboratorio															
Firma:  LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO						Firma:  CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 64702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405															
Fecha: 10/11/2023						Fecha: 10/11/2023															



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1019-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS : ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210	Rev. Por Ing° : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA - LIMA	Fecha Entrega : HUAURA, 16 DE NOVIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : M1.CCA 10% y YESO 5%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M1-01	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	259.88	26.491	150	210	71
M1-02	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	256.18	26.114	148	210	70
M1-03	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	252.08	25.696	145	210	69

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRADO DE CONSULTOR C. 64702 INGENIERO CIVIL REG. CIP N° 064405
Fecha:	16/11/2023	Fecha:	16/11/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN
PROYECTO TESIS: EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2. HUACHO - HUAURA, 2023
UBICACIÓN: CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA

Certificado: 1018-2023-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec.: LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
Rev. Por Ing.: JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega: HUAURA, 16 DE NOVIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA: M2:CCA 12% y YESO 6%
FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M2-01	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	247.71	25.251	143	210	68
M2-02	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	217.60	22.181	126	210	60
M2-03	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	244.89	24.963	141	210	67

OBSERVACIONES:
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 días ≤ a	70 % F'c
14 días ≤ a	85 % F'c
21 días ≤ a	92 % F'c
28 días ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S A C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 64792 INGENIERO CIVIL R.ºº CIP N° 064405
Fecha:	16/11/2023	Fecha:	16/11/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN
 PROYECTO: EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2, HUACHO - HUAURA, 2023
 TESIS :
 UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA

Certificado : 1017-2023-LAB/MS-JONELTA
 Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
 Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
 Fecha Entrega : HUAURA, 16 DE NOVIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA : M3:CCA 14% y YESO 7%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M3-01	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	208.00	21,203	120	210	57
M3-02	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	192.51	19,624	111	210	53
M3-03	09-11-23	16-11-23	7	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	202.75	20,668	117	210	56

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S A C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 64792 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405
Fecha:	16/11/2023	Fecha:	16/11/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1020-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS : ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210	Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
KG/CM2. HUACHO - HUAURA, 2023	Fecha Entrega : HUAURA, 17 DE NOVIEMBRE DEL 2023
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA	

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : CONCRETO PATRON

FECHA VACIADO: 03/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
MP-04	03-11-23	17-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	349.08	35,584	201	210	96
MP-05	03-11-23	17-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	354.95	36,182	205	210	98
MP-06	03-11-23	17-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	360.74	36,773	208	210	99

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 días ≤ a	70 % F'c
14 días ≤ a	85 % F'c
21 días ≤ a	92 % F'c
28 días ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 64792 INGENIERO CIVIL Rev. CIP N° 064405
Fecha:	17/11/2023	Fecha:	17/11/2023



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN

Certificado : 1026-2023-LAB/MS-JONELTA

PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 HUACHO - HUAURA, 2023

Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN

Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA

Fecha Entrega : HUAURA, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2023

UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA

1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilíndrico

2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023

3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA : M1:CCA 10% y YESO 5%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm ²	F'c	%
M1-04	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	350.90	35,770	202	210	96
M1-05	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	350.44	35,723	202	210	96
M1-06	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	340.64	34,724	197	210	94

OBSERVACIONES :

Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)

07 dias S a	70 % F'c
14 dias S a	85 % F'c
21 dias S a	92 % F'c
28 dias S a	100 % F'c

ELABORADO POR

Nombre: LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN

Cargo: Tecnico Laboratorio

Firma:



Luigi J. Grados Astuquipan
LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TECNICO LABORATORISTA
MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO

Fecha: 23/11/2023

APROBADO POR

Nombre: JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA

Cargo: Jefe Laboratorio

Firma:

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C

Jose Luis Cañari Ravichagua
JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
REGISTRO DE CONSULTOR
C 64792
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 064405

Fecha: 23/11/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1025-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO TESIS : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 HUACHO - HUAURA, 2023	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA	Rev. Por Ing* : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
	Fecha Entrega : HUAURA, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : M2:CCA 12% y YESO 6%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm ²	F'c	%
M2-04	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	302.00	30.785	174	210	83
M2-05	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	353.00	35.984	204	210	97
M2-06	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	338.00	34.455	195	210	93

OBSERVACIONES :
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR N° 04702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405
Fecha:	23/11/2023	Fecha:	23/11/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1024-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS : KG/CM2 HUACHO - HUAURA, 2023	Rev. Por Ing° : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA	Fecha Entrega : HUAURA, 23 DE NOVIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : M3:CCA 14% y YESO 7%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M3-04	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	333.00	33.945	192	210	91
M3-05	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	286.00	29.154	165	210	79
M3-06	09-11-23	23-11-23	14	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	285.00	29.052	164	210	78

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % Fc
14 dias ≤ a	85 % Fc
21 dias ≤ a	92 % Fc
28 dias ≤ a	100 % Fc

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S A C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 84702 INGENIERO CIVIL R.U.C. CIP N° 004405
Fecha:	23/11/2023	Fecha:	23/11/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1035-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS : KG/CM2, HUACHO - HUAURA, 2023	Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA	Fecha Entrega : HUAURA, 01 DE DICIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : CONCRETO PATRON

FECHA VACIADO: 03/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
MP-07	03-11-23	01-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	410.92	41,888	237	210	113
MP-08	03-11-23	01-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	419.00	42,712	242	210	115
MP-09	03-11-23	01-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	399.00	40,673	230	210	110

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 días ≤ a	70 % F'c
14 días ≤ a	85 % F'c
21 días ≤ a	92 % F'c
28 días ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 64792 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405
Fecha:	01/12/2023	Fecha:	1/12/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1042-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS : KG/CM2, HUACHO - HUAURA, 2023	Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA	Fecha Entrega : HUAURA, 07 DE DICIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : M1:CCA 10% y YESO 5%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M1-07	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	419.36	42,748	242	210	115
M1-08	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	424.06	43,227	245	210	116
M1-09	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	411.68	41,965	237	210	113

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 64702 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405
Fecha:	07/12/2023	Fecha:	7/12/2023



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN
PROYECTO TESIS: EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210 KG/CM2 HUACHO - HUAURA, 2023
UBICACIÓN: CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA

Certificado: 1041-2023-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec.: LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
Rev. Por Ing.: JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega: HUAURA, 07 DE DICIEMBRE DEL 2023

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA: M2:CCA 12% y YESO 6%
FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M2-07	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	376.12	38.340	217	210	103
M2-08	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	401.17	40.894	231	210	110
M2-09	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	431.00	43.935	249	210	118

OBSERVACIONES:
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 días ≤ a	70 % F'c
14 días ≤ a	85 % F'c
21 días ≤ a	92 % F'c
28 días ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 64792 INGENIERO CIVIL R.U.C. CIP N° 064405
Fecha:	07/12/2023	Fecha:	7/12/2023



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
 CONSULTORIA N° C-64792
 R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: FALCON BARRERA, CHRISTIAN BRAYAN	Certificado : 1040-2023-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO : EFECTO DEL YESO Y CENIZA DE CASCARILLA DE ARROZ PARA	Hecho por Tec. : LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN
TESIS : ANALIZAR PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO F'c=210	Rev. Por Ing°. : JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
: KG/CM2 HUACHO - HUAURA, 2023	Fecha Entrega : HUAURA, 07 DE DICIEMBRE DEL 2023
UBICACIÓN : CANTERA CARAY - HUAURA- LIMA	

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración MT - LFP - 014 - 2023
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : M3:CCA 14% y YESO 7%

FECHA VACIADO: 09/11/2023

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
M3-04	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	362.44	36.946	209	210	100
M3-05	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	337.97	34.452	195	210	93
M3-06	09-11-23	07-12-23	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	355.16	36.204	205	210	98

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 días ≤ a	70 % F'c
14 días ≤ a	85 % F'c
21 días ≤ a	92 % F'c
28 días ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN	Nombre:	JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 LUIGGUI J. GRADOS ASTUQUIPAN TECNICO LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C. 64792 INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405
Fecha:	07/12/2023	Fecha:	7/12/2023

ANEXO 8: Certificado de calibración.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LFP - 005 - 2024

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Orden de trabajo	OT 0017-24	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema
2. Solicitante	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA	
3. Dirección	Av. Coronel Portillo Nro. 216, Huaura - Huaura - Internacional de Unidades (SI). LIMA	
4. Equipo	PRESA DE CONCRETO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	2000 kN	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	140433	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	ANALÓGICO	
Marca	MC	
Modelo	LM-02	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,01 / 0,1 kN (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2024-01-12	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

2024-01-15

Jefe del Laboratorio de Metrología

Firmado digitalmente por
Ing. Williams Pérez
Fecha: 2024.01.17
15:52:49 -05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LFP - 005 - 2024*Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 "Materiales metálicos. Calibración y verificación de máquinas de ensayos uniaxiales estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Calibración y verificación del sistema de medida de fuerza". (ISO 7500-1:2018).

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

LABORATORIO DE CONCRETO, SUELOS Y ASFALTO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,0 °C	27,0 °C
Humedad Relativa	59 % HR	59 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 87747 / 2021-1 95857	CELDA DE CARGA calibrado a 1 000 kN con incertidumbre del orden de 0,24 %	LEDI-PUCP INF-LE 191-23

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- La calibración se realiza hasta 1 000 kN o menos por el alcance del laboratorio.
- (*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LFP - 005 - 2024***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	99,7	99,8	99,7	99,8
20	200,0	200,1	200,5	200,1	200,3
30	300,0	299,8	300,4	299,8	300,0
40	400,0	400,3	400,5	400,3	400,4
50	500,0	501,2	501,5	501,2	501,3
60	600,0	602,2	602,3	602,2	602,3
70	700,0	701,0	701,3	701,0	701,1
80	800,0	803,6	805,0	803,6	804,1
90	900,0	904,1	904,6	904,1	904,3
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	0,25	0,10	---	0,01	0,35
200,0	-0,13	0,20	---	0,01	0,39
300,0	0,01	0,20	---	0,00	0,39
400,0	-0,10	0,05	---	0,00	0,34
500,0	-0,26	0,06	---	0,00	0,34
600,0	-0,37	0,02	---	0,00	0,34
700,0	-0,16	0,04	---	0,00	0,34
800,0	-0,50	0,18	---	0,00	0,38
900,0	-0,47	0,05	---	0,00	0,34

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

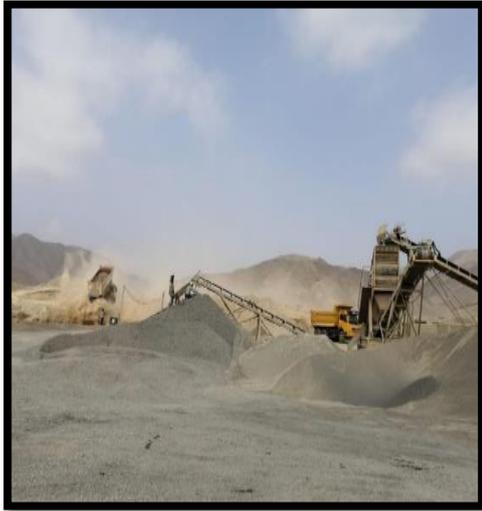
La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

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

ANEXO 9: Panel Fotográfico.

Figura 7.

Cantera de Acaray



(a)



(b)



(c)

La figura 7, (a) muestra la cantera de la cual se extrajeron los agregados, mientras que (b) representa el agregado fino proveniente de dicha cantera, y (c) presenta el agregado grueso también obtenido de la misma fuente, como parte de nuestro estudio.

Figura 8.

Granulometría del Agregado Fino



(a)



(b)

(c)



La figura 8, (a) presenta los tamices utilizados en el ensayo de granulometría para el agregado fino, (b) muestra el agregado fino que será sometido a tamizado, y (c) ilustra el proceso de tamizado del agregado fino.

Figura 9.

Granulometría del Agregado Grueso



(a)

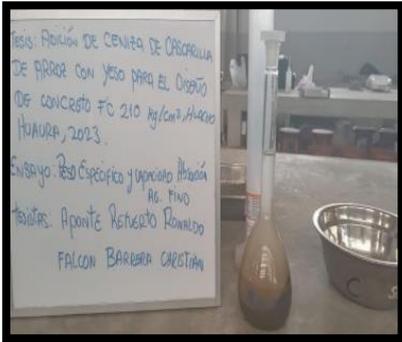


(b)

La figura 9, (a) exhibe los tamices empleados en el ensayo de granulometría para el agregado grueso, mientras que (b) representa el agregado grueso que ha sido sometido a tamizado.

Figura 10.

Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino



(a)



(b)

La figura 10, (a) nos muestra al agregado fino dentro de la fiola contenida con agua, mientras que (b) nos muestra el peso de la fiola con al agredo fino contenido en agua paraluego ser sometido al horno durante 24 horas y luego obtener el peso de secado.

Figura 11.

Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso



(a)



(b)

La figura 19 nos muestra el agregado grueso que será sometido a agua para hallar su peso específico, mientras que la figura 20 nos muestra el peso que está siendo sometido el agregado grueso en agua para luego ser sometido al horno por 24 horas y analizar su peso de secado.

Figura 12.

Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Fino



(a)



(b)



(c)

La figura 12, (a) nos muestra el agregado fino que será sometido a cuarteo para obtener la muestra a analizar, mientras que (b) nos muestra al agregado fino ser sometido al horno por 24 horas y (c) nos muestra el peso de la muestra luego de ser sometido al horno.

Figura 13.

Ensayo de Contenido de Humedad del Agregado Grueso



(a)



(b)

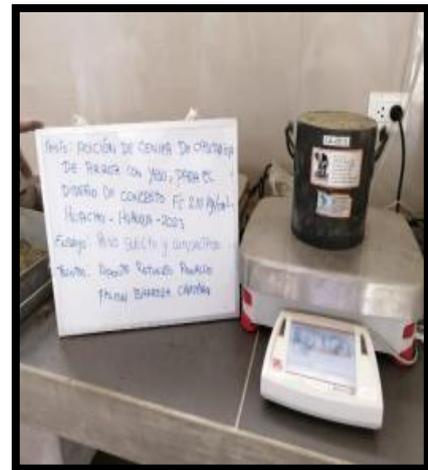
La figura 13, (a) nos muestra el agregado grueso que será sometido a cuarteo para obtener la muestra a analizar y (b) nos muestra el peso de la muestra de agregado grueso luego de ser sometido al horno durante 24 horas.

Figura 14.

Ensayo de Peso Suelto y Compactado del Agregado Fino



(a)



(b)

La figura 14,(a) nos muestra el agregado fino siendo introducido en el recipiente de metal y (b) nos muestra el peso suelto del agregado fino de la muestra sometida.



(a)



(b)

La figura 28 nos muestra el agregado fino siendo sometido a compactación en el recipiente y la figura 29 nos muestra el peso compactado del agregado fino

Figura 15.

Ensayo de Peso Suelto y Compactado del Agregado Grueso



(a)



(b)

La figura 15, (a) nos muestra el peso suelto del agregado grueso en el recipiente de metal y (b) nos muestra al agregado grueso siendo sometido a compactación en el recipiente de metal.

Figura 16.

Obtención y Calcinación de la Cascarilla de Arroz



(a)



(b)



(c)



(d)

En la figura 16, (a) se presenta el peso de la cascarilla de arroz por saco, que se obtuvo como resultado de nuestra investigación. Por otro lado, (b) ilustra el traslado de la cascarilla de arroz por saco al lugar donde será sometida a calcinación, y en (c), (d) se observa cómo la cascarilla sometida a calcinación se transforma en ceniza, la cual se incorpora al concreto en proporciones conjuntas con el yeso.

Figura 17.

Elaboración del Concreto Patron



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

En la figura 17, (a) nos muestra el lugar donde se elaboró el concreto patron, por otro lado, (b) ilustra los agregados y materiales a utilizar respectivamente pesado, mientras en (c) se observa la introducción de los agregados y materiales para la fabricación del concreto en la mezcladora, (d) se muestra el ensayo de asentamiento para luego en (e) se observa en concreto introducido en moldes (probetas) y finalmente en (f) se observa las probetas desmoldas y sometidas al proceso de curado.

Figura 18.

Elaboración del Concreto con Adiciones de Ceniza de Cascarilla de Arroz con Yeso



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

En la figura 18, (a) nos muestra el peso de la ceniza de cascarilla de arroz, en (b) ilustra el al yeso siendo pesado para las muestras de concreto a elaborar, mientras en (c) se observa los agregados y materiales para la fabricación del concreto en la mezcladora, en (d) se muestra el ensayo de asentamiento para luego en (e) se observa en concreto introducido en moldes (probetas) y finalmente en (f) se observa las probetas siendo colocadas en un lugar protegido del polvo e impurezas para su posterior fraguado.

Figura 19.

Desmoldado y curado del concreto



(a)



(b)

En la figura 19, (a) se muestra las probetas siendo desmoldadas, por otro lado, en (b) ilustra el proceso de curado.

Figura 20.

Resistencia a la Compresión del Concreto a los 7 Días



(a)



(b)

En la figura 20, (a) nos muestra a las probetas introducidas en la prensa, en (b) las probetas después del proceso de compresión.

Figura 21.

Resistencia a la Compresión del Concreto a los 14 Días



(a)



(b)



(c)

En la figura 21, (a) nos muestra a las probetas introducidas en la prensa, por otro lado, en (b) nos muestra a la probeta siendo sometido a carga en la prensa y en (c) nos muestra las probetas después del proceso de compresión.

Figura 22.

Resistencia a la Compresión del Concreto a los 28 Días



(a)



(b)

En la figura 22 (a), nos muestra a las probetas introducidas en la prensa, y en (b) las probetas después del proceso de compresión.